TEKNIK PEMESINAN BUBUT 1

Program Studi: Teknik Teknik Pemeliharaan Mekanik Industri
Kode: TM.TPMI-TPL 1
(Kelas XI-Semester 3)

DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAN KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

TEKNIK PEMESINAN BUBUT 1

Kode: TM.TPM-TPB.1
(Kelas XI-Semester 3)

DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2013

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi mengetahuan, ketrampilan dan sikap secara utuh, proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirancang sebagai kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut

Sesuai dengan konsep kurikulum 2013 buku ini disusun mengacau pada pembelajaran *scientific approach,* sehinggah setiap pengetahuan yang diajarkan, pengetahuannya harus dilanjutkan sampai siswa dapat membuat dan trampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak bersikap sebagai mahluk yang mensyukuri anugerah Tuhan akan alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui kehidupan yang mereka hadapi.

Kegiatan pembelajaran yang dilakukan siswa dengan buku teks bahan ajar ini pada hanyalah usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan, sedangkan usaha maksimalnya siswa harus menggali informasi yang lebih luas melalui kerja kelompok, diskusi dan menyunting informasi dari sumber sumber lain yang berkaitan dengan materi yang disampaikan.

Sesuai dengan pendekatan kurikulum 2013, siswa diminta untuk menggali dan mencari atau menemukan suatu konsep dari sumber sumber yang pengetahuan yang sedang dipelajarinya, Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaiakan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pembelajaran pada buku ini. Guru dapat memperkaya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dai lingkungan sosial dan alam sekitarnya

Sebagai edisi pertama, buku teks bahan ajar ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaannya, untuk itu kami mengundang para pembaca dapat memberikan saran dan kritik serta masukannya untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas konstribusi tersebut, kami ucapkan banyak terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan hal yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi emas dimasa mendatang.

Cimahi Desember 2013
Penyusun,

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI ii

PETA KEDUDUDUKAN BUKU TEKS BAHAN AJAR vii

GLOSARIUM viii

BAB I. **PENDAHULUAN** 1

A. Deskripsi 1

B. Prasyarat 2

C. Petunjuk Penggunaan 2

D. Tujuan Akhir 2

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar 3

F. Cek Kemampuan Awal 4

BAB II. **KEGIATAN PEMBELAJARAN - TEKNIK DASAR PEMESINAN BUBUT** 8

A. Deskripsi 8

B. Kegiatan Belajar 1- Mesin Bubut Standar 8

1. Tujuan Pembelajaran 8

2. Uraian Materi 8

a. Bagian-bagian Utama Mesin Bubut Standar 11

b. Perlengkapan Mesin Bubut 20

c. Spesifikasi Mesin Bubut Standar 32

3. Rangkuman 34

4. Tugas 36

5. Test Formatif 41

C. Kegiatan Belajar 2 - Alat Potong Pada Mesin Bubut 44

1. Tujuan Pembelajaran 44

2. Uraian Materi 44

a. Macam-macam Alat Potong Pada Mesin Bubut 46

b. Pahat Bubut 65

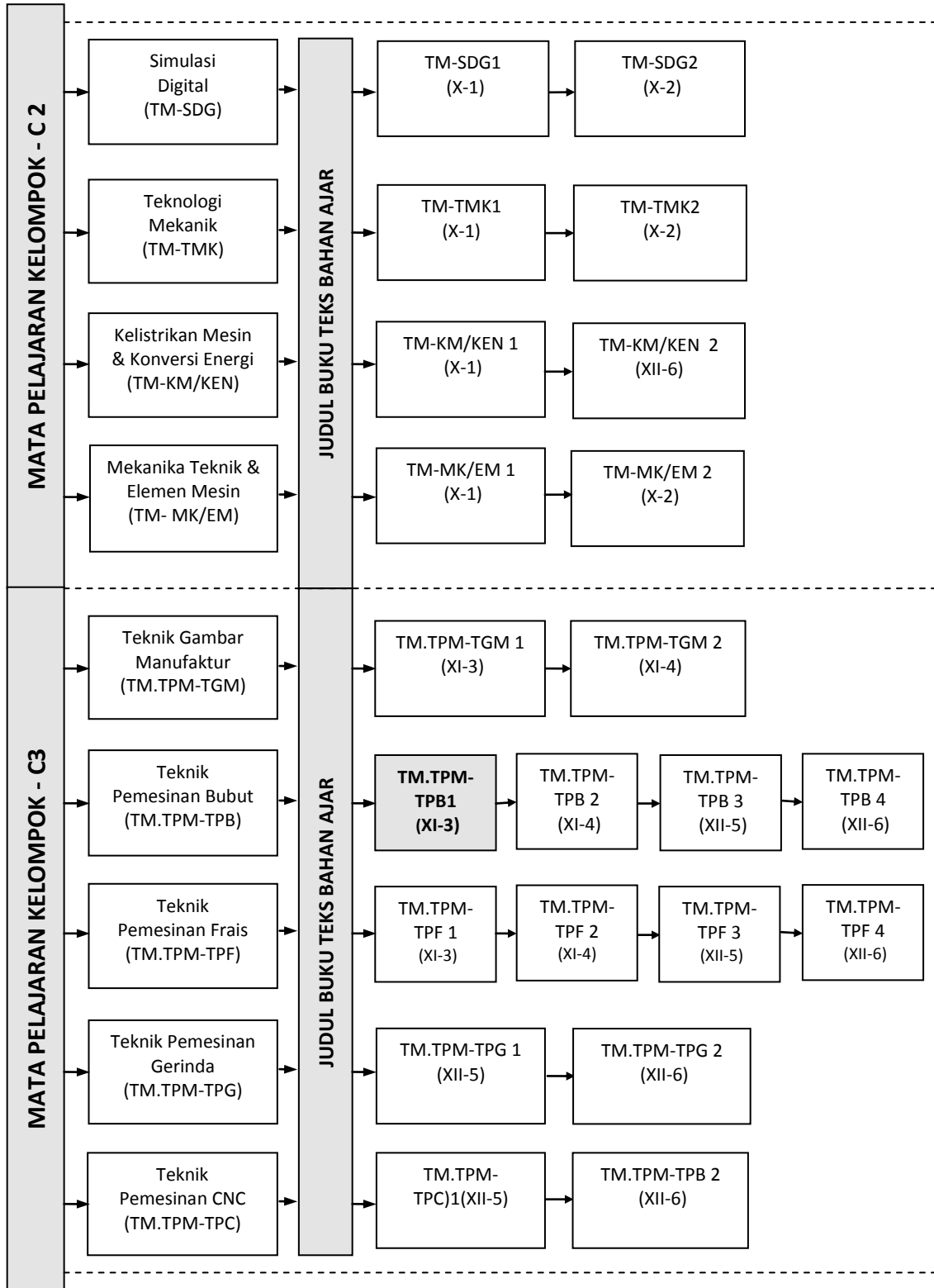
3. Rangkuman 102

4. Tugas 112

5. Test Formatif 114

D. Kegiatan Belajar 3 – Parameter Pemotongan Pada Mesin Bubut .. 117
1. Tujuan Pembelajran 117
2. Uraian materi 117
a. Kecepatan Potong *(Cutting speed – Cs)* 118
b. Kecepatan Putaran Mesin Bubut (Rpm) 120
c. Kecepatan Pemakanan (Feed –F) 122
d. Waktu Pemesinan Bubut 124
3. Rangkuman 132
4. Tugas 135
5. Test Formatif 135
E. Kegiatan Belajar 4 – Teknik Pembubutan ………………………. 139
1. Tujuan pembelajaran 139
2. Uraian materi 139
a. Pemasangan Pahat Bubut ………………………………….. 141
b. Pembubutan Permukaan Benda Kerja (Facing) …………..... 143
c. Pembuatan/Pembubutan Lubang Senter …………………… 146
d. Pembubutan Lurus …………………………………………. 151
e. Pembubutan Tirus …………………………………………... 153
f. Pembubutan Alur *(Groove)* 163
g. Pembubutan Bentuk ………………………………………... 166
h. Pemotongan (Cutting Off) ………………………………….. 167
i. Pembubutan Ulir ……………………………………………. 170
j. Pengeboran …………………………………………………... 185
k. Pembubutan Diameter Dalam (*Borring)*……………………. 189
l. Pengkartelan ………………………………………………… 191
m. Penerapan K3L Pada Proses Pembubutan ………………… 194
3. Rangkuman ……………………………………………………. 200
4. Tugas ………………………………………………………….. 209
5. Test Formatif ………………………………………………….. 210
LAMPIRAN 229
DAFTAR PUSTAKA 231

PETA KEDUDUDUKAN BUKU TEKS BAHAN AJAR

Program Keahlian : Teknik Mesin
Paket Keahlian : Teknik Pemesinan

GLOSARIUM

Head stock	:	Kepala tetap yang terdapat spindel mesin dan gear box transmisi berikut tuas-tuas pengatur putaran dan pemakanan mesin bubut
Steady rest	:	Penyangga benda kerja pada mesin bubut yang posisinya diam terpasang pada meja mesin
Follow rest	:	Penyangga benda kerja pada mesin bubut yang posisinya mengikuti gerakan eretan memanjang, terpasang pada eretan memanjang
Noniuos	:	Skala garis ukur yang memilki ketelitian tertentu, untuk mengatur besarnya dan kedalaman pemakanan
Justable tool poss	:	Pemegang pahat bubut yang dapat disetel/diatur ketinggiannya
Self centering chuck	:	Cekam pada mesin bubut yang gerak rahangnya sepusat (apabila salah satu rahang digerakkan, rahang yang lain ikut bergerak)
Independent chuck).	:	Cekam pada mesin bubut yang gerak rahangnya tidak sepusat (rahang harus digerakan satu-persatu)
Collet Chuck	:	Kelengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit/mencekam benda kerja yang memilki permukaan relatif halus dan berukuran kecil

BAB I
PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetens siswa dari sisi pengetahuan, ketrampilan serta sikap secara utuh. Tuntutan proses pencapaiannya melalui pembelajaran pada sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai satukesatuan yang saling mendukung dalam mencapai kompetensi tersebut. Buku teks bahan ajar ini berjudul "**Teknik Pemesinan Bubut 1"** berisi empat bagian utama yaitu: pendahuluan, pembelajaran, evaluasi, dan penutup yang materinya membahas sejumlah kompetensi yang diperlukan untuk SMK Program Keahlian Teknik Mesin pada Paket Keahlian Teknik Pemesinan yang pada kelas XI semester 3.Materi dalam buku teks bahan ajar ini meliputi: Mesin bubut standar; Alat potong pada mesin bubut;Parameter pemotongan pada mesin;dan Proses pemesinan bubut.

Buku Teks Bahan Ajar ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan oleh siswa untuk mencapai sejumlah kompetensi yang diharapkan dalam dituangkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar.sesuai deng pendekatan scientific approach yang dipergunakan dalam kurikulum 2013, siswa diminta untuk memberanikan dalam mecari dan menggali kompetensi yang ada dala kehidupan dan sumber yang terbentang disekitar kita, dan dalam pembelajarannya peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dalam mempelajari buku ini. Maka dari itu, guru diusahakan untuk memperkaya dengan mengkreasi mata pembelajaran dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan bersumberdari alam sekitar kita.

Penyusunan Buku Teks Bahan Ajar ini dibawah kordinasi Direktorat Pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan kebudayaan, yang akan dipergunakan dalam tahap awal penerepan kurikulum 2013. Buku Teks Bahan Ajar ini merupakan dokumen sumber belajar yang senantiasa dapat diperbaiki, diperbaharui dan dimutahirkan sesuai dengan kebutuhan dan perubahan zaman. Maka dari itu, kritik dan saran serta masukan dari berbagai pihak diharapkan dapat meningkatkan dan menyempurnakan kualitas isi maupun mutu buku ini.

B. Prasyarat

Prasyarat untuk dapat mempelajari materi ini, siswa sebelumnya harus mengausai materi diantaranya:

1. Kesehatan, kesehatan kerja dan lingkungan (K3L)
2. Teknik gambar mesin
3. Teknik pengukuran
4. Teknik penanganan material
5. Teknik penggunaan perkakas tangan

C. Petunjuk Penggunaan

Dalam melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan buku teks bahan ajar ini, siswa perlu memperhatikan beberapa hal, yaitu :

1. Langkah-langkah belajar yang ditempuh

a. Menyiapkan semua bukti penguasaan kemampuan awal yang diperlukan sebagai persyaratan untuk mempelajari modul ini.
b. Mengikuti test kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari buku teks bahan ajar ini
c. Mempelajari modul ini secara teliti dan seksama

2. Perlengkapan yang perlu disiapkan

a. Buku/modul Teknik Pemesinan Bubut
b. Pakaian untuk melaksanakan kegiatan praktik
c. Alat-alat ukur dan alat pemeriksaan benda kerja
d. Lembar kerja/ Job Sheet
e. Bahan/ material lain yang diperlukan
f. Buku sumber/ referensi yang relevan
g. Buku catatan harian
h. Alat tulis dan,
i. Perlengkapan lainnya yang diperlukan

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari buku teks bahan ajar ini peserta diklat diharapkan dapat:

1. Mengidentifikasi mesin bubut sesuai SOP
2. Menggunakan/menggoperasikan mesin bubut standar sesuai SOP
3. Mengidentifikasi alat potong mesin bubut
4. Menggunakan alat potong mesin bubut untuk berbagai jenis pekerjaan
5. Menerapkan parameter pemotongan mesin bubut
6. Menggunakan parameter pemotongan mesin bubut untuk berbagai jenis pekerjaan
7. Menerapkan K3 L dalam proses pembubutan
8. Menerapkan teknik pemesinan bubut

   Menggunakan teknik pemesinan bubut untuk berbagai jenis pekerjaan

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar
Mata Pelajaran: Teknik Pengerjaan Logam

KOMPETENSI INTI (KELAS XI)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menyadari sempurnanya ciptaan Tuhan tentang alam dan fenomenanya dalam mengaplikasikan teknik pengerjaan logam pada kehidupan sehari-hari.
	1.2 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama sebagai tuntunan dalam mengaplikasikan teknik pengerjaan logam pada kehidupan sehari-hari
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif	2.1 Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, teliti, kritis, rasa ingin tahu, inovatif dan tanggung jawab dalam dalam mengaplikasikan teknik pengerjaan logam pada kehidupan sehari-hari.
	2.2 Menghargai kerjasama, toleransi, damai, santun, demokratis, dalam menyelesaikan masalah perbedaan konsep berpikir dalam mengaplikasikan teknik pengerjaan logam pada kehidupan sehari-hari.
	2.3 Menunjukkan sikap responsif, proaktif,

dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	konsisten, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam melakukan tugas mengaplikasikan teknik pengerjaan logam.
KI-3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah	3.1 Menganalisis persiapan pekerjaan manufaktur dengan menggunakan mesin bubut
	3.2 Menganalisis teknik pemotongan logam pada pekerjaan tertentu di mesin bubut
	3.3 Menganalisis persiapan pekerjaan manufaktur menggunakan mesin frais
	3.4 Menganalisis teknik pemotongan logam pada pekerjaan manufaktur di mesin frais
	3.5 Menganalisis persiapan pekerjaan las dengan menggunakan mesin las busur
	3.6 Menganalisis teknik pengelasan logam dengan mesin las busur.
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Menyiapkan persyaratan kerja pada pekerjaan manufaktur untuk mengoperasikan mesin bubut
	4.2 Melakukan teknik pemotongan logam/material teknik pada pekerjaan manufaktur di mesin bubut sesuai prosedur
	4.3 Menyiapan persyaratan kerja pada pekerjaan mekanik untuk pengoperasian mesin frais
	4.4 Melakukan teknik pemotongan logam/ material teknik pada pekerjaan manufaktur di mesin frais sesuai prosedur.
	4.5 Menyiapkan persyaratan kerja pada pekerjaan las untuk pengoperasian mesin las busur
	4.6 Melakukan teknik pengelasan pada pekerjaan logam dengan mesin las busur sesuai prosedur

F. Cek Kemampuan Awal

Sebelum memulai kegiatan pembelajaran“Teknik Pemesinan Bubut 1”, diharapkan siswa melakukan cek kemampuan awal untuk mendapatkan informasi tentang kemampuan dasaryang telah dimiliki.Yaitu dengan cara memberi tanda berupa *cek list* (√) pada kolom pilihan jawaban berikut ini.

No.	Daftar Pertanyaan	Pilhan Jawaban	
		Sudah	Belum
A.	**Mesin Bubut Standar**		
1.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan fungsi mesin bubut standar		
2.	Apakah anda sudah dapat menyebutkan bagian-bagian mesin bubut standar		
3.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan fungsi dari masing-masing bagian-bagian mesin bubut standar		
4.	Apakah anda sudah dapat menyebutkan perlengakapan mesin bubut standar		
5.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan fungsi dari masing-masing perlengkapan mesin bubut standar		
6.	Apakah anda sudah dapat menggunakan/mengoperasikan mesin bubut standar		
B.	**Alat Potong Mesin Bubut**		
7.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan fungsi alat potong pada mesin bubut		
8.	Apakah anda sudah dapat menyebutkan macam-macam alat potong pada mesin bubut berikut fungsinya		
9.	Apakah anda sudah dapat mengidentifikasi bahan/ material alat potong/ pahat bubut		
10.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan proses pembuatan alat potong/ pahat bubut		
11.	Apakah anda sudah dapat mengidentifikasi sifat bahan/ material alat potong/ pahat bubut		
12.	Apakah anda sudah dapat mengidentifikasi macam-macam pahat bubut		
13.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan geometris pahat bubut		
14.	Apakah anda sudahdapat mengidentifikasi perubahan geometeri pada pahat bubut		
15.	Apakah anda sudah dapat mengidentifikasi macam-macam kerusakan pada pahat bubut		
16.	Apakah anda sudah dapat memasang pahat bubut		

17.	Apakah anda sudah dapat menentukan alat potong untuk proses pembubutan sesuai tuntutan pekerjaan		
C.	**Parameter Pemotongan**		
1.	Apakah anda sudah dapat menentukan kecepatan potong *(Cutting speed – Cs)* pada proses pembubutan		
2.	Apakah anda sudah dapat menghitung kecepatan putaran mesin bubut *(Revolotion Per Menit – Rpm)*		
3.	Apakah anda sudah dapat menetapkan kecepatan putaran mesin bubut *(Revolotion Per Menit – Rpm)*		
4.	Apakah anda sudah dapat menghitung kecepatan pemakanan *(Feed)* pada proses pembubutan		
5.	Apakah anda sudah dapat menetapkan kecepatan pemakanan *(Feed)* pada proses pembubutan		
6.	Apakah anda sudah dapat menghitung waktu pemesinan bubut		
D.	**Proses Pembubutan**		
1.	Apakah anda sudah dapat menerapkan K3L pada proses pembubutan		
2.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur membubut permukaan (Facing)		
3.	Apakah anda sudah dapat melakukan pembubutan permukaan sesuai prosedur		
4.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur membubut lurus / rata		
5.	Apakah anda sudah dapat melakukan pembubutan lurus/ rata sesuai prosedur		
6.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur pembubutan benda kerja berukuran panjang		
7.	Apakah anda sudah dapat melakukan pembubutan benda kerja berukuran panjang		
8.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan macam-macam tirus		
9.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur pemembubutan tirus dengan memiringkan eretan atas		
10.	Apakah anda sudah dapat melakukan pembubutan tirus dengan memiringkan eretan atas sesuai prosedur		
11.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur pemembubutan alur		

12.	Apakah anda sudah dapat melakukan pembubutan alur		
13.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur Pembubutan bentuk (profil)		
14.	Apakah anda sudah dapat melakukan pembubutan bentuk (profil) sesui prosedur		
15.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur pemotongan *(cutting off)*		
16.	Apakah anda sudah dapat melakukan pemotongan *(cutting off) padat mesin bubut sesuai prosedur*		
17.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur pembubutan ulir sitiga		
18.	Apakah anda sudah dapat melaksanakan pembubutan ulir sitiga sesui prosedur		
19.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur mengebor pada mesin bubut		
20.	Apakah anda sudah dapat melakukan pengengeboran pada mesin bubut sesuai prosedur		
21.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur memperbesar lubang *(boring)* pada mesin bubut		
22.	Apakah anda sudah dapat melakukan memperbesar lubang *(boring)* pada mesin bubut sesuai prosedur		
23.	Apakah anda sudah dapat menjelaskan prosedur mengkartel pada mesin bubut		
24.	Apakah anda sudah dapat melakukan pengkartelan pada mesin bubut sesuai prosedur		

BAB II
KEGIATAN PEMBELAJARAN

A. Deskripsi

Kegiatan pembelajaran **”Teknik Pemesinan Bubut 1”**, terdiri dari beberapa kegiatan belajar diantaranya: mesin bubut standar, macam-alat potong pada mesin bubut, parameter pemotongan pada mesin bubut dan teknik pembubutan. Materi yang akan dibahas dalam Buku Teks Bahan Ajar Ini masih bersifat dasar, sehingga masih ada bahasan materi lanjutan terkait teknik pemesinan bubut.

B. Kegiatan Belajar 1- Mesin Bubut Standar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta didik dapat:

a. Menjelaskan fungsi mesin bubut standar
b. Menyebutkan bagian-bagian utama mesin bubut
c. Menjelaskan fungsi bagian-bagian utama mesin bubut
d. Menyebutkan perlengkapan mesin bubut
e. Menjelaskan fungsi perlengkapan mesin bubut
f. Menggunakan mesin bubut standar sesuai SOP

2. Uraian Materi

Sebelum mempelajari materi mesin bubut standar, lakukan kegiatan sebagai berikut:

Pengamatan:

Silahkan mengamati mesin bubut yang terdapat pada (Gambar 1.1) atau objek lain sejenis disekitar anda (dilingkungan bengkel mesin produksi). Selanjutnya tugas anda adalah:

1. Sebutkan bagian-bagian utama mesin bubut standard berikut fungsinya
2. Sebutkan perlengkapan mesin mesin bubut standard berikut fungsinya
3. Jelaskan bagaimana cara mengoperasikan mesin bubut standart, dan

Gambar 1.1. Mesin bubut standar

Menanya:

Apabila anda mengalami kesulitan dalam menjawab tugas diatas, bertanyalah/ berdiskusi/ berkomentar kepada sasama teman atau guru yang sedang membimbing anda.

Mengekplorasi:

Kumpulkan data secara individu atau kelompok, terkait tugas tersebut melalui: benda konkrit, dokumen, buku sumber, atau hasil eksperimen.

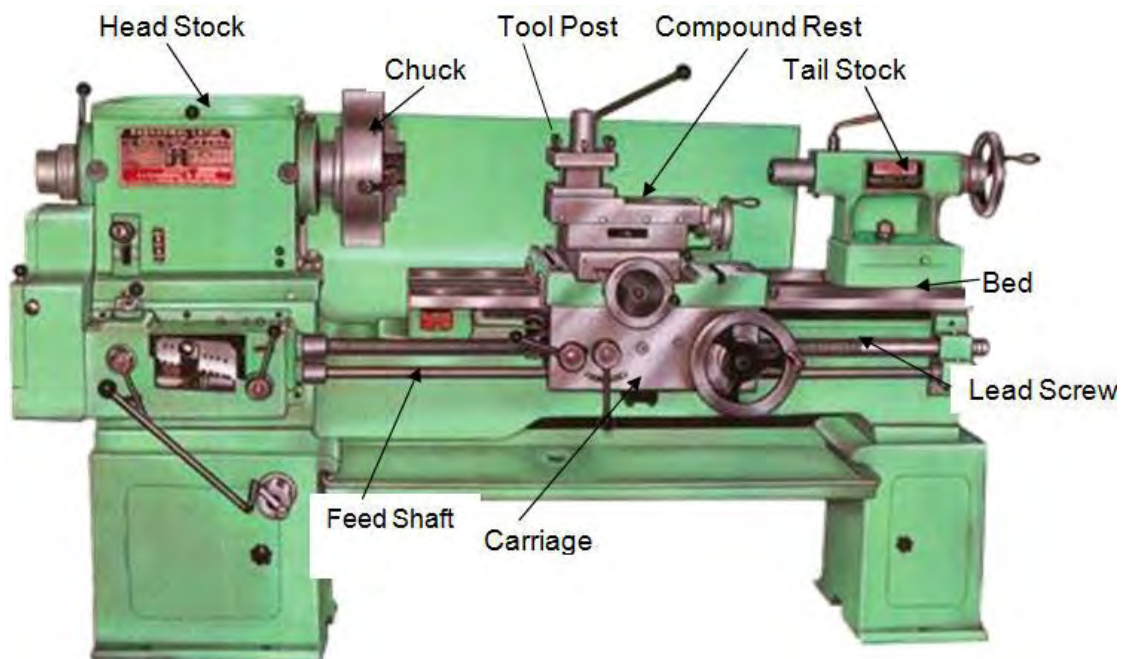
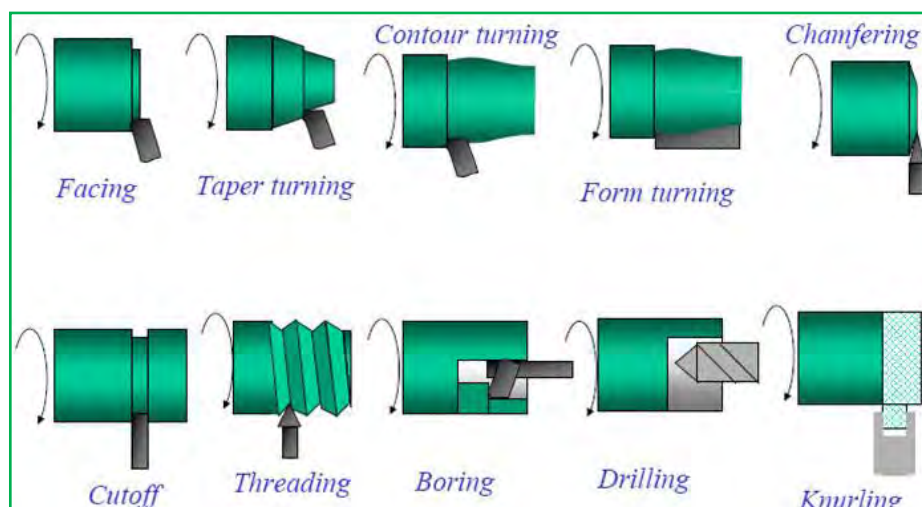
Mengasosiasi:

Selanjutnya katagorikan/ kelompokkan masing-masing bagian dan perlengkapan mesin bubut standar. Apabila anda sudah melakukan pengelompokan, selanjutnya jelaskan bagaimana cara menggunakannya.

Mengkomunikasikan:

Presentasikan hasil pengumpulan data-data anda terkait mesin bubut stanadar, dan selanjutnya buat laporannya.

MESIN BUBUT STANDAR/BIASA

Mesin bubut standar (Gambar 1.2a), merupakan salahsatu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga dikat atau pelatihan. Fungsi mesin bubut standar pada prinsipnya sama dengan mesin bubut lainnya, yaitu untuk: membubut muka/facing, rata lurus/bertingkat, tirus, alur, ulir, bentuk, mengebor, memperbesar lubang, mengkartel, memotong dll. (Gambar. 1.2b).

Gambar 1.2a. Mesin bubut standar

Gambar 1.2b. Fungsi mesin bubut standar

a. Bagian-bagian Utama Mesin Bubut Standar

Untuk dapat digunakan secara maksimal, mesin bubut standar harus memilki bagian-bagian utama yang standar. Bagian-bagian mesin bubut standar diantaranya:

1) Kepala Tetap *(Head Stock)*

Kepala tetap *(head stock)*, terdapat spindle utama mesin (Gambar 1.3a) yang berfungsi sebagai dudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya: cekam *(chuck),* kollet, senter tetap, atau pelat pembawa rata *(face plate) dan pelat pembawa berekor (driving plate).* Alat-alat perlengkapan tersebut dipasang pada spindel mesin berfungsi sebagai pengikat atau penahan benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin bubut (Gambar 1.3b).

Gambar 1.3a. Spindel utama mesin bubut

Gambar 1.3b. Kepala tetap terpasang cekam *(chuck)*
pada spindle utama mesin bubut

Didalam konstruksi kepala tetap, terdapat roda pully yang dihubungkan dengan motor penggerak (Gambar 1.4). Dengan tumpuan poros dan mekanik lainnya, pully dihubungkan dengan poros spindel dan beberapa susunan transmisi mekanik dalam gear box (Gambar 1.5). Susunan transmisi mekanik dalam gear box tersebut terdapat beberapa komponen diantarnya, roda gigi berikut poros tumpuannya, lengan penggeser posisi roda gigi dan susunan mekanik lainnya yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran mesin, kecepatan pemakanan dan arah pemakanan.

Susunan transmisi mekanik didalam gear box, dihubungkan dengan beberapa tuas/handel dibagian sisi luarnya, yang rancangan atau didesainnya dibuat sedemikian rupa agar seorang operator mudah dan praktis untuk menjanggkau dalam rangka menggunakan/mengatur dan merubah tuas/handel tersebut sesuai dengan kebutuhannya.

Gambar 1.4. Roda pully dan mekanik lainnya

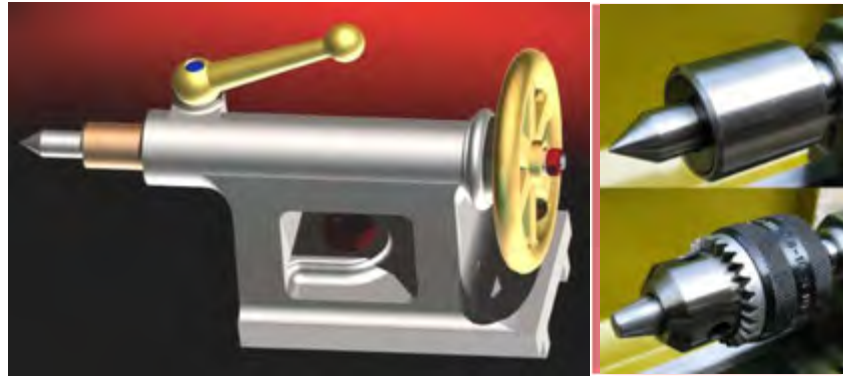
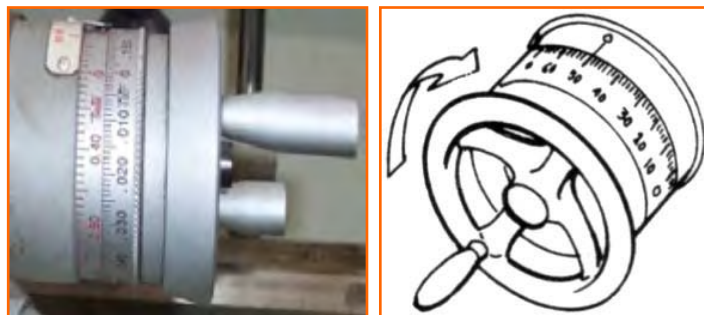
Gambar 1.5. Gear box pada kepala tetap

Setiap mesin bubut dengan merk atau prabrikan yang berbeda, pada umumnya memiliki posisi dan konstruksi tuas/ handel yang berberbeda pula walaupun pada prinsipnya memiliki fungsi yang sama. Contoh pada jenis mesin bubut standar "Celtic 14", dapat memperoleh putaran mesin yang berbeda-beda apabila hubungan diantara roda gigi diadalamnya diubah-ubah menggunakan tuas pengatur kecepatan putaran yaitu "A" (kerja tunggal) dan "B" (kerja ganda). Putaran cepat (tinggi) biasanya dilakukan pada kerja tunggal, yaitu diperlukan untuk pembubutan dengan tenaga ringan atau pemakanan kecil (finising), sedangkan putaran lambat dilakukan pada kerja ganda. yaitu diperlukan untuk membubut dengan tenaga besar dan sayatan tebal (pengasaran). Sedangkan tuas "C dan D" berfungsi mengatur kecepatan putaran transportir yang berhubungan dengan kehalusan pembubutan dan jenis ulir yang akan dibuat (dapat dilihat pada pelat tabel pembubutan dan ulir).

2) **Kepala Lepas *(Tail Stock)***

Kepala lepas (*tail stock)* yang ditunjukkan pada (Gambar 1.6), digunakan sebagai dudukan senter putar *(rotary centre)*, senter tetap, cekam bor *(chuck drill)* dan mata bor bertangkai tirus yang pemasanganya dimasukkan pada lubang tirus *(sleeve)* kepala lepas. Senter putar *(rotary centre)* atau senter tetap dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk mendukung ujung benda kerja agar putarannya stabil, sedangkan cekam bor atau mata bor dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk proses pengeboran.

Untuk dapat melakukan dorongan senter tetap/senter putar pada saat digunakan untuk menahan benda kerja dan mealkukan pengeboran pada kedalaman tertentu sesuai tuntutan pekerjaan, kepala lepas dilengkapai roda putar yang disertai sekala garis ukur (nonius) dengan ketelitian tertentu, yaitu antara 0,01 s.d 0,05 mm (Gambar 1.7).

.

Gambar 1.6 Kepala Lepas dan fungsinya

Gambar 1.7. Roda Putar pada kepala lepas

Kepala lepas ini dapat digeser sepanjang alas *(bed)* mesin. tinggi senter kepala lepas sama dengKepala lepas dapat digeser sepanjang alas *(bed)* mesin. tinggi senter kepala lepas sama dengan tinggi senter kepala tetap.

Kepala lepas ini terdiri dari dua bagian yaitu alas dan badan, yang diikat dengan 2 baut pengikat yang dapat digeser untuk keperluan kedua senter sepusat, atau tidak sepusat yaitu pada waktu membubut tirusan tinggi senter kepala tetap. Kepala lepas ini terdiri dari dua bagian yaitu alas dan badan, yang diikat dengan 2 baut pengikat yang dapat digeser untuk keperluan kedua senter sepusat, atau tidak sepusat yaitu pada waktu membubut tirus

3) Alas/Meja Mesin *(Bed machine)*

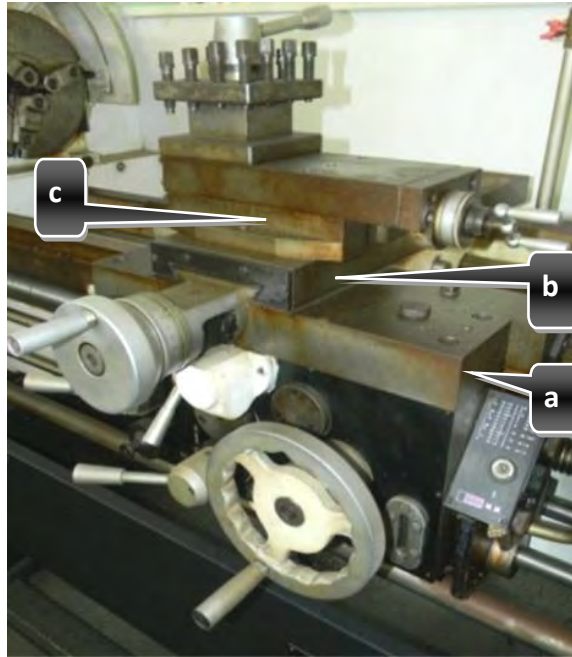
Alas/meja mesin bubut (Gambar 1.8), digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam *(steady rest)* dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan. Bentuk alas/meja mesin bubut bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Selain itu, alat/meja mesin bubut memilki

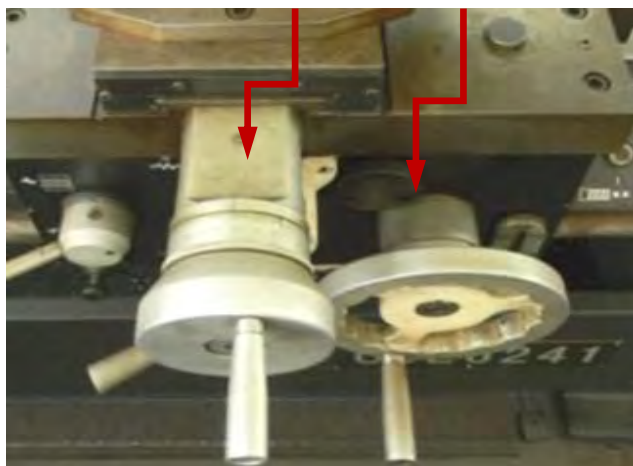
permukaannya yang sangat halus, rata dan kedataran serta kesejajaranya dengan ketelitian sangat tinggi, sehingga gerakan kepala lepas dan eretan memanjang diatasnya pada saat melakukan penyayatan dapat berjalan lancar dan stabil sehingga dapat menghasilkan pembubutan yang presisi. Apabila alas ini sudah aus atau rusak, akan mengakibatkan hasil pembubutan yang tidak baik atau sulit mendapatkan hasil pembubutan yang sejajar.

Gambar 1.8. Alas/bed mesin

4) Eretan *(carriage)*

Eretan *(carriage)*, terdiri dari tiga bagian/elemen diantaranya, **Petama:** Eretan memanjang (*longitudinal carriage)* terlihat pada (Gambar 1.9a), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menajaui spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagai dudukan eretan melintang. **Kedua:** Eretan melintang *(cross carriage)* terlihat pada (Gambar 1.9b), befungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjaui sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagai dudukan eretan atas. **Ketiga:** Eretan atas *(top carriage)* terlihat pada (Gambar 1.9c), berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual kearah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.

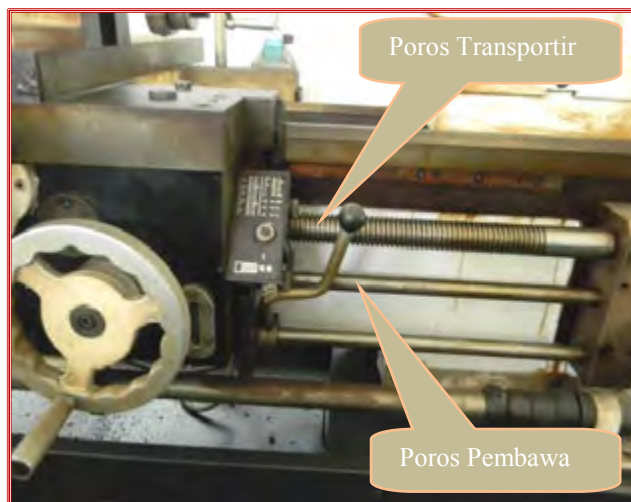
Bila dilihat dari konstruksinya, eretan melintang bertumpu pada ertan memanjang dan eretan atas bertumpu pada eretan melintang. Dengan demikian apabila eretan memanjang digerakkan, maka eretan melintang dan eretan atas juga ikut bergerak/bergesar.

Gambar 1.9. Eretan (*carriage*) memanjang, melintang dan atas

Pada eretan memanjang dan melintang, dalam memberikan pemakanan dan mengatur kecepatan pemakanan dapat diatur menggunakan skala garis ukur *(nonius)* yang memiliki ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutarnya (Gambar 1.10). Pada umumnya untuk eretan memanjang memilki ketelitian skala garis ukurnya lebih kasar bila dibandingkan dengan ketelitian skala garis ukur pada eretan melintang, yaitu antara 0,1 s.d 0,5 mm dan untuk eretan melintang antara 0,01 s.d 0,05 mm. Skala garis ukur (*noniuos)* ini diperlukan untuk dapat mencapai ukuran suatu produk dengan toleransi dan suaian yang terdapat pada gambar kerja.

Gambar 1.10. Nonius pada roda pemutar eretan memanjang dan melintang

Gerakan secara otomatis eretan memanjang dan eretan melintang, karena adanya poros pembawa dan poros transportir yang dihubungkan secara mekanik dari gear box pada kepala tetap menuju gear box mekanik pada eretan. Pada gear box mekanik eretan, dihubungkan melalui transmisi dengan beberapa tuas/handel dan roda pemutar yang masing memilki fungsi yang berbeda.

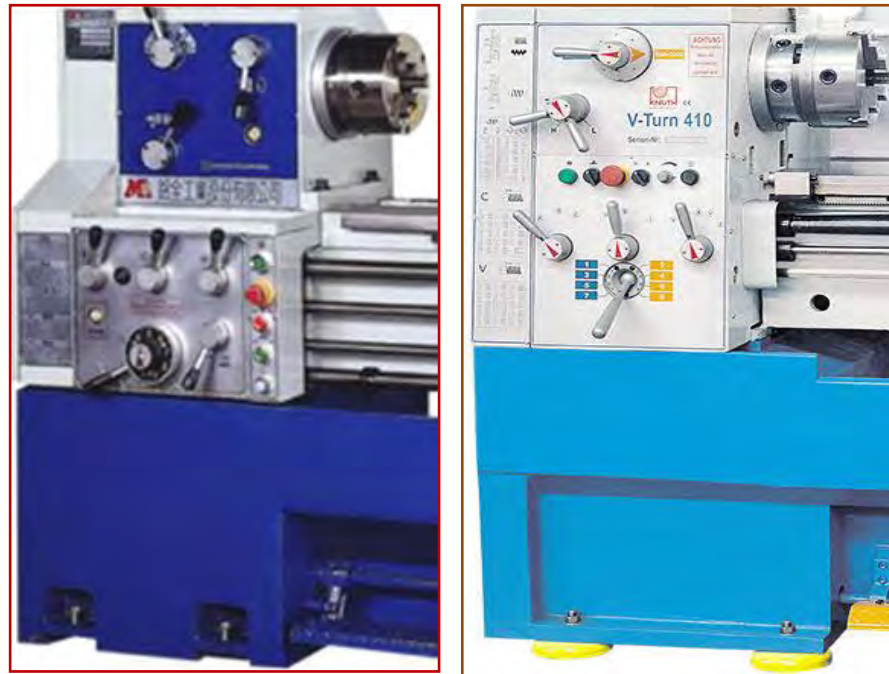
5) Poros Transportir dan Poros Pembawa

Poros transportir adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir whitehworth (inchi) atau metrik (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis, misalnya pembubutan arah memanjang/melintang dan ulir. Poros transporter untuk mesin bubut standar pada umumnya kisar ulir transportirnya antara dari 6 ÷ 8 mm.

Poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis. Poros transportir dan poros pembawa dapat dilihat pada (Gambar 1.11)

Gambar 1.11. Poros transporter dan proros pembawa eretan

6) Tuas/Handel

Tuas/ handel pada setiap mesin bubut dengan merk atau pabrikan yang berbeda, pada umumnya memiliki posisi/letak dan cara penggunaannya. Maka

dari itu, didalam mengatur tuas/handel pada setiap melakukan proses pembubatan harus berpedoman pada tabel-tabel petunjuk pengaturan yang terdapat pada mesin bubut tersebut (Gambar 1.2)

Gambar 1.12. Tuas pengatur kecepatan dan pengubah arah putaran transportir

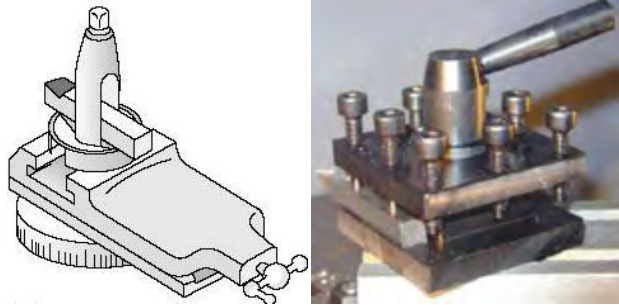
7) Penjepit/Pemegang Pahat *(Tools Post)*

Penjepit/pemegang pahat *(Tools Post)* digunakan untuk menjepit atau memegang pahat. Bentuknya atau modelnya secara garis besar ada dua macam yaitu, pemegang pahat standar dan pemegang dapat dosetel *(justable tool poss)*.

- **Pemegang pahat standar**

  Pengertian rumah pahat standar adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut harus dengan memberi ganjal sampai dengan ketinggiannya tercapai dan pengencangan pahat bubut dilakukan dengan dengan cara yang standar, yaitu dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada pemegang pahat.

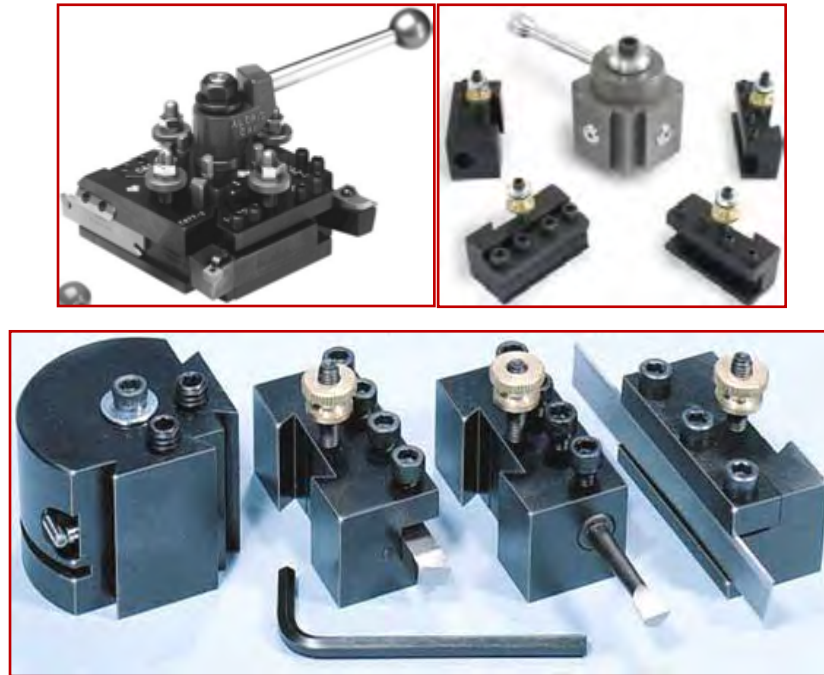
  Pemegang pahat standar, bila dilihat dari dudukannya terdapat dua jenis yaitu, dudukan pahat satu dan empat (Gambar 1.13). Pemegang pahat dengan dudukan satu, hanya dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat bubut sebanyak satu buah, sedangkan pemegang pahat dengan

dudukan empat dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat sebanyak empat buah sekaligus, sehingga bila dalam proses pembubutan membutuhkan beberapa bentuk pahat bubut akan lebih praktis prosesnya bila dibandingkan menggunakan pemegang pahat dudukan satu.

Gambar 1.13. Penjepit pahat standar

- **Pemegang Pahat Dapat disetel *(Justable Tooll Post)***

  Pengertian rumah pahat dapat disetel adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut dapat disetel ketinggiannya tanpa harus memberI ganjal, karena pada bodi pemegang pahat sudah terdapat dudukan rumah pahat yang desain konstruksinya disertai kelengkapan mekanik yang dengan mudah dapat menyetel, mengencangkan dan mengatur ketinggian pahat bubut.

  Jenis pemegang pahat dapat disetel ini bila dilihat dari konstruksi dudukan rumah pahatnya terdapat dua jenis yaitu, pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah (Gambar 1. 14) dan pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah lebih dari satu/ multi (Gambar 1.15).

Gambar 1. 14. Pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah

Gambar 1. 15. Beberapa jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat lebih dari satu

Untuk jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah, karena hanya terdapat dudukan rumah pahat satu buah apabila ingin mengganti jenis pahat yang lain harus melepas terlebih dahulu rumah pahat yang sudah terpasang sebelumya. Sedangkan untuk jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat lebih dari satu (multi), pada rumah pahatnya dapat dipasang dua buah atau lebih rumah pahat, sehingga apabila dalam proses pembubutan memerlukan beberapa jenis pahat bubut akan lebih mudah dan praktis dalam menggunakannya, karena tidak harus melepas/membongkar pasang rumah pahat yang sudah terpasang sebelumnya.

b. Pelengkapan Mesin Bubut Standar

Pada mesin bubut standar terdapat beberapa alat perlengkapan mesin diantaranya: alat pencekam/pengikat, alat pembawa, alat penahan/penyangga dan alat bantu pengeboran.

1) **Alat Pencekam/Pengikat Benda Kerja**

Alat pecekam benda kerja pada mesin bubut standar terdapat beberapa buah diantaranya:

- **Cekam** ***(Chuck)***

  Cekam adalah salahsatu alat perlengkapan mesin bubut yang fungsinya untuk menjepit/mengikat benda kerja pada proses pembubutan. Jenis alat ini apabila dilihat dari gerakan rahangnya dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, cekam sepusat *(self centering chuck)* dan cekam tidak sepusat *(independent chuck).*

  Pengertian cekam sepusat adalah, apabila salahsatu rahang digerakkan maka keseluruhan rahang yang terdapat pada cekam akan bergerak bersama-sama menuju atau menjaui pusat sumbu. Maka dari itu, cekam jenis ini sebaiknya hanya digunakan untuk mencekam benda kerja yang benar-benar sudah silindris. Cekam jenis ini rahangnya ada yang berjumlah tiga *(3 jaw chuck)* , empat *(4 jaw chuck)* dan enam *(6 jaw chuck)* seperti yang terlihat pada (Gambar 1.16).

Gambar 1.16. Cekam rahang tiga, empat dan enam sepusat *(self centering chuck)*

Sedangkan pengertian cekam tidak sepusat adalah, masing-masing rahang dapat digerakkan menuju/ menjaui pusat dan rahang lainnya tidak mengikuti. Maka jenis cekam ini digunakan untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau tidak beraturan, karena lebih mudah disetel kesentrisannya dan juga dapat digunakan untuk mencekam benda kerja yang akan dibubut eksentrik atau sumbu senternya tidak sepusat. Jenis cekam ini pada umunya memilki rahang empat (Gambar 1.17).

Gambar 1.16. Cekam rahang empat tidak sepusat *(independent chuck).*

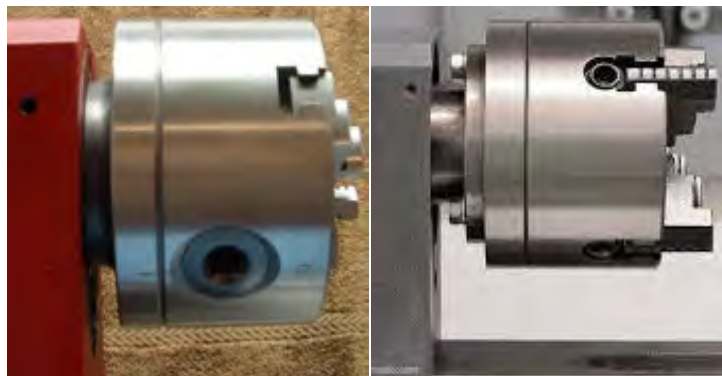
Untuk jenis cekam yang lain, rahangnya ada yang berjumlah dua buah yang diikatkan pada rahang satu dengan yang lainnya, tujuannya agar rahang pada bagian luar dapat dirubah posisinya sehingga dapat mencekam benda kerja yang memilki diameter relatif besar (Gambar 1.17). Caranya yaitu dengan melepas baut pengikatnya, baru kemudian dibalik posisinya dan dikencangkan kembali. Hati-hati dalam memasang kembali rahang ini, karena apabila pengarahnya tidak bersih, akan mengakibatkan rahang tidak tidak sepusat dan kedudukannya kurang kokoh/kuat.

Gambar 1.17. Cekam dengan rahang dapat balik posisinya.

Selain jenis cekam yang telah disebutkan diatas, masih ada jenis cekam lain yiatu cekam yang memiliki rahang dengan bentuk khusus. Cekam ini digunakan untuk mengikat benda kerja yang perlu pengikatan dengan cara yang khusus (gambar 1.18).

Gambar 1.18. Cekam dengan rahang Untuk pekerjaan khusus

Cekam pada saat digunakan harus dipasang pada spindel mesin. Cara pemasangannya tergantung dari bentuk dudukan/pengarah pada spindel mesin dan cekam. Keduanya harus memilki bentuk yang sama, sehingga bila dipasangkan akan stabil dan presisi kedudukannya. Bentuk dudukan/pengarah pada spindel pada umumnya ada dua jenis yaitu, berbentuk ulir dan tirus (Gambar 1.19). Cekam terpasang pada spindel mesin dapat dilihat pada (Gambar 1.20).

Gambar 1.19. Bentuk dudukan/pengarah pada spindel mesin bubut

Gambar 1.20. Cekam terpasang pada spindel mesin

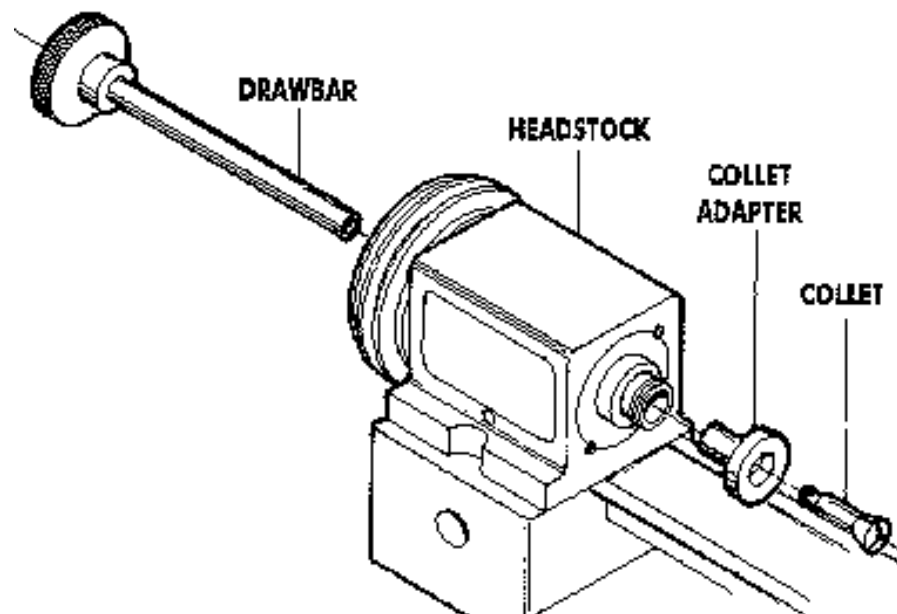
- **Cekam Kolet *(Collet Chuck)***

  Cekam kolet adalah salahsatu kelengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit/mencekam benda kerja yang memilki permukaan relatif halus dan berukuran kecil. Pada mesin bubut standar, alat ini terdapat tiga bagian yaitu: kolet (*collet),* dudukan/rumah kolet *(collet adapter)* dan batang penarik *(drawbar)* terlihat pada (Gambar 1.21). Bentuk lubang pencekam pada kolet ada tiga macam diantaranya, bulat, segi empat dan segi enam (Gambar 1.22).

Gambar 1.21. Cekam kolet dengan batang penarik

Gambar 1.22. Macam-macam bentuk kolet

Pemasangan kolet dengan batang penarik pada spindel mesin bubut harus dillakukan secara bertahap yaitu, **pertama**: pasang dudukan/rumah kolet

pada spindel mesin (kedua alat harus dalam keadaan bersih), **kedua:** pasang kolet pada dudukan/rumah kolet (kedua alat dalam keadaan bersih), **ketiga:** pasang batang penarik pada sipindel dari posisi belakang, selanjutnya kencangkan secara perlahan dengan memutar rodanya kearah kanan atau searah jarum sampai kolet pada posisi siap digunakan untuk menjepit/mengikat benda kerja (kekencangannya hanya sekedar mengikat kolet) - (Gambar 1.23). Bila kolet akan digunakan, caranya setelah benda kerja dimasukkan pada lubang kolet selanjutnya kencangkan hingga benda kerja terikat dengan baik (Gambar1,24)

Gambar 1.23. Pemasangan kolet pada spindel mesin bubut

Gambar 1.24. Pemasangan benda kerja pada kolet

2) Alat Pembawa

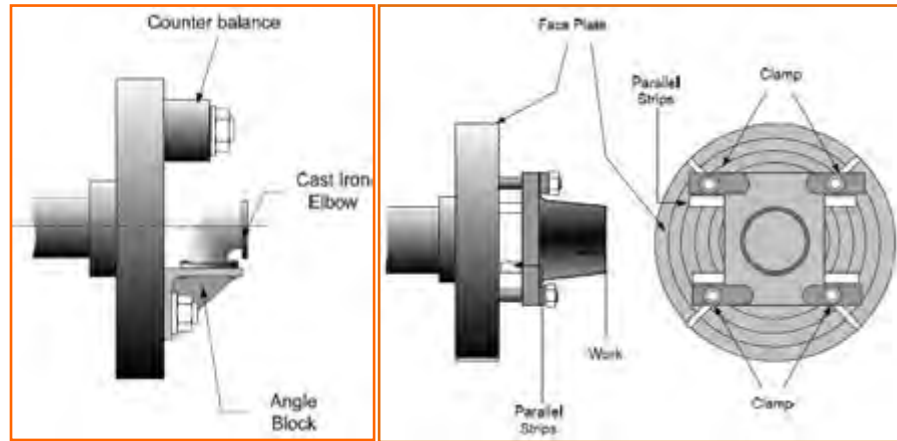
Yang termasuk alat pembawa pada mesin bubut adalah, pelat pembawa dan pembawa *(lathe doc).*

- **Pelat Pembawa**

  Jenis pelat pembawa ada dua yaitu, pelat pembawa permukaan bertangkai *(driving plate)* dan pelat pembawa permukaan rata *(face plate)* – (gambar 1.25). Konstruksi pelat pembawa berbentuk bulat dan pipih, berfungsi untuk memutar pembawa *(lathe-dog)* sehingga benda kerja yang terikat akan ikut berputar bersama spindel mesin (Gambar 1.26).

Gambar 1.25. Pelat pembawa permukaan bertangkai dan Pelat pembawa rata

Gambar 1.26. Penggunan pelat pembawa bertangkai dan berlalur pada proses pembubutan

Untuk jenis pembawa permukaan rata *(face plate)* selain digunakan sebagai pembawa *lathe dog*, alat ini juga dapat digunakan untuk mengikat benda kerja yang memerlukan pengikatan dengan cara khsus (Gambar 1.27).

Gambar 1.27. Pengikatan benda kerja pada pelat pembawa

- **Pembawa *(Late-dog)***

Pembawa *(late-dog)* pada mesin bubut secara garis besar ada dua jenis yaitu, pembawa berujung lurus (Gambar 1.28) dan pembawa berujung bengkok (Gambar 1.29). Fungsi alat ini adalah untuk membawa benda kerja agar ikut berputar bersama spindel mesin.

Gambar 1.28. Pembawa *(late-dog)* berujung lurus

Gambar 1.29. Pembawa *(late-dog)* berujung bengkok

Didalam penggunaannya, pembawa berujung lurus digunakan berpasangan dengan plat pembawa permukaan bertangkai (Gambar 1.30) dan pembawa

berujung bengkok digunakan berpasangan dengan plat pembawa beralur atau cekam mesin (Gambar 1.31). Caranya benda kerja dimasukkan kedalam lubang pembawa, kemudian diikat/dijepit dengan baut yang ada pada pembawa tersebut, sehingga akan dapat berputar bersama-sama dengan spindel mesin. Pembubutan dengan cara ini dilakukan apabila dikehendaki membubut menggunakan diantara dua senter.

Gambar 1.30. Penggunaan pembawa berujung lurus

Gambar 1.30. Penggunaan pembawa berujung bengkok

3) Alat Penahan Benda Kerja

Alat penahan benda kerja pada mesin bubut standar ada dua yaitu: penyangga dan senter (senter tetap/mati dan senter putar).

- **Penyangga/Penahan**

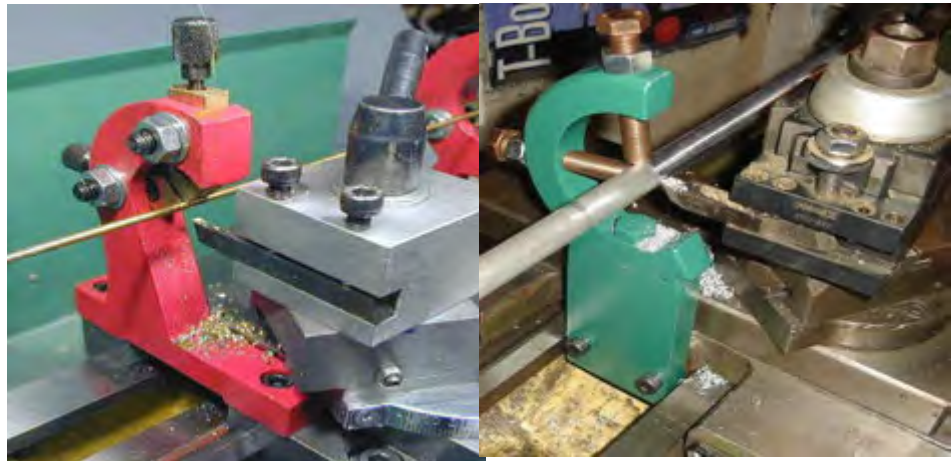
  Penyangga adalah salah satu alat pada mesin bubut yang digunakan untuk menahan benda kerja yang memilki ukuran relatif panjang. Benda kerja yang berukuran panjang, apabila dilakukan proses pembubutan bila tidak

dibantu penyangga, kemungkinan diameternya akan menjadi elips/oval, tidak silindris dan tidak rata karena terjadi getaran akibat lenturan benda kerja. Penyangga pada mesin bubut ada dua macam yaitu, penyangga tetap *(steady rest)* – (Gambar 1.31), dan penyangga jalan *(follower rest)* – (Gambar 1.32).

Gambar 1.31. Macam-macam bentuk penyangga tetap

Gambar 1.32. Macam-macam bentuk penyangga tetap

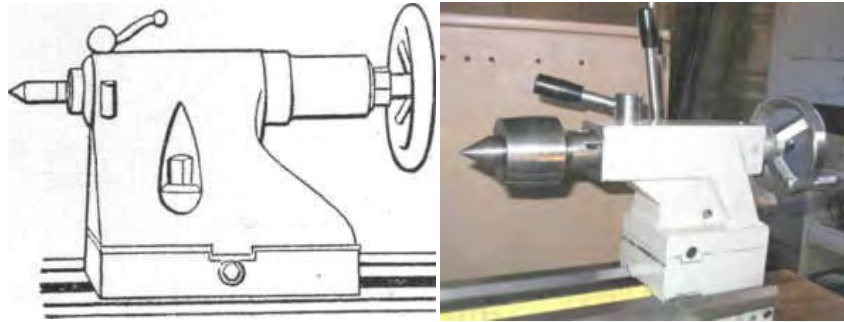
Penggunaan penyangga tetap, dipasang atau diikat pada alas/meja mesin, sehingga kedudukannya dalam keadaan tetap tidak mengikuti gerakan eretan (Gambar 1.33). Untuk penyangga jalan, pemasangannya diikatkan pada eretan memanjang sehingga pada saat eretannya digerakkan maka penyangga jalan mengikuti gerakan eretan tersebut (Gambar 1.34).

Gambar 1.33. Penggunaan penyangga tetap

Gambar 1.34. Penggunaan penyangga jalan

- **Senter**

  Senter (Gambar 1.35) terbuat dari baja yang dikeraskan dan digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter tetap/mati (senter yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan) dan senter putar (senter yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan.

  Kedua jenis senter ini ujung pada bagian tirusnya memiliki sudut 60°, dan bila digunakan pemasangannya pada ujung kepala lepas (Gambar 1.35).

Gambar 1.34. Senter tetap dan senter putar

Gambar 1.35. Pemasangan senter tetap dan senter putar pada kepala lepas

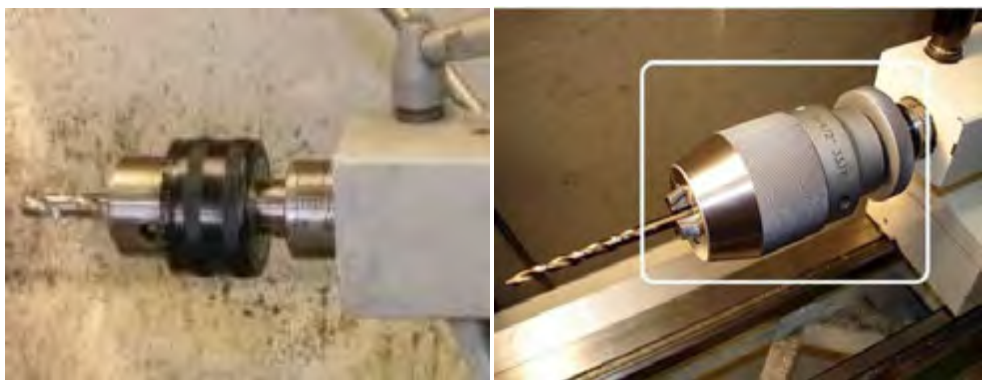
Mengingat senter tetap pada saat digunakan tidak ikut berputar (akan selalu terjadi gesekan pada ujung senternya), maka untuk menjaga agar tidak cepat aus harus sering diberi pelumas (oli/stempet/grease).

4) Alat Bantu Pengeboran

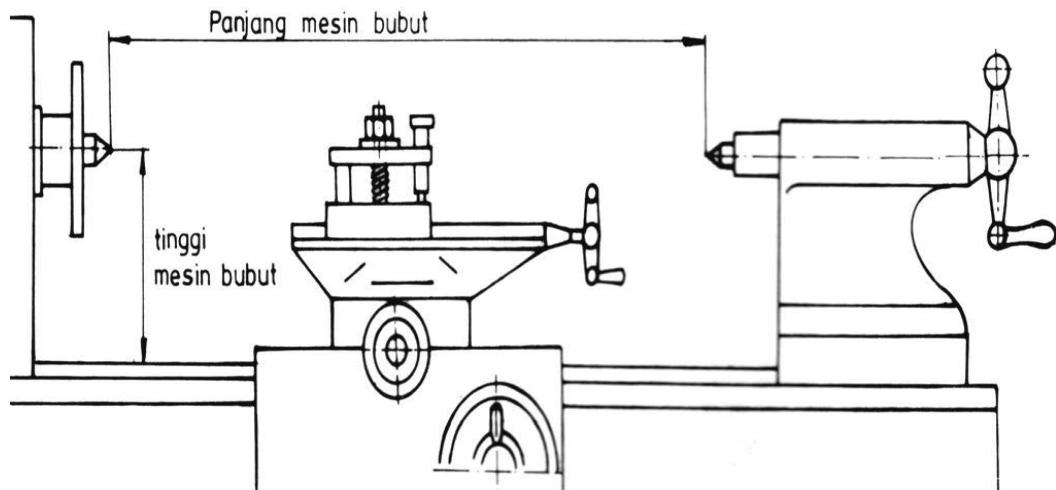
Yang dimaksud alat bantu pengeboran adalah alat yang digunakan untuk mengikat alat potong bor termasuk rimer, konterbor, dan kontersing pada proses pembubutan. Bila dilihat dari system penguncian/pecekamannya, alat tersebut ada dua jenis yaitu, cekam bor dengan kunci (Gambar 1.36) dan cekam bor tanpa pengunci *(keyless chuck drill)* - (Gambar 1.37).

Cara menggunakan cekam bor dengan kunci adalah, untuk mengencangkan mulut rahangnya harus dibantu dengan alat bantu yaitu kunci cekam bor. Sedangkan untuk cekam bor tanpa kunci caranya menggunakannya adalah, untuk mengencangkan mulut rahangnya tidak menggunakan alat bantu kunci cekam bor, cukup hanya memutar rumah rahangnya dengan tangan. Penggunaan kedua alat ini pada mesin bubut, harus dipasang pada kepala lepas (Gambar 1.38).

Gambar 1.36. Cekam bor dengan pengunci

Gambar 1.37. Cekam bor tanpa pengunci

Gambar 1.38. Pemasangan cekam bor

c. Spesifikasi/Ukuran Mesin Bubut Standar

Spesifikasi mesin bubut standar termasuk jenis mesin bubut lainnya, yang paling utama ditentukan oleh seberapa panpanjangnya jarak antara ujung senter kepala lepas dan ujung senter kepala tetap dan tinggi jarak antara pusat senter dengan meja mesin (Gambar 1.39). Misalnya panjang mesin 2000 mm, berarti eretan memanjangnya hanya dapat digerakkan/digeser sepanjang 2000 mm. Untuk tinggi mesin bubut, misalnya 250 mm, berarti mesin bubut tersebut hanya mampu membubut benda kerja maksimum berdiameter 250x2= 500 mm. Namun demikian ada beberapa mesin bubut standar, yang pada mejanya didesain berbeda yaitu pada ujung meja didekat spendel mesin/kepala tetap konstruksi dibuat ada sambungannya, sehingga pada saat membubut benda kerja berdiameter melebihi kapasitas mesin sambungan mejanya tinggal melepas (bedah perut).

Gambar 1.40. Spesifikasi utama mesin bubut

Untuk pembelian mesin bubut standar yang baru data spesifikasi lainnya harus lengkap, karena apabila tidak lengkap secara keseluruhan bisa saja mesin mesin bubut yang dibeli tidak memiliki spesifikasi yang standar atau tidak sesuai dengan yang diharapkan. Contoh data spesifiksi mesin bubut secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1.1).

Tabel 1.1. Data spesifikasi mesin bubut

ITEMS	Specifications
Max.swim over bed	Φ360mm
Max.swim over carriage	Φ160mm
Max.length of work piece	450mm
Range of spindle speed	150-2500rpm
Spindle bore	Φ60mm
Taper of spindle bore	MT6
Stations of tool carrier	4/6or gang-type tool carrier
Min.setting unit of motor	(Z) long 0.001mm,(X) cross0.001mm
Moving speed of post	(Z) long 8 m/min,(X) cross 6 m/min
Taper of taikstock quill	MT4
Max.range of tailstock quill	100mm
Motor power	4 KW
Packing size(lenght×width×height)	1600/1850 mm×1100 mm×1550mm
Net weight	1450kg

3. Rangkuman

Fungsi Mesin Bubut Standar:

Mesin bubut standar berfungsi untuk membuat/memproduksi benda-benda berpenampang silindris, diantaranya dapat membubut poros lurus, menchamper, mengalur, mengulir, mengebor, memperbesar lubang, mereamer, mengkartel, memotong dll.

Bagian Utama Mesin Bubut Standar:

Bagian utama mesin bubut bubut diantaranya: Kepala tetap, kepala lepas, alas/meja mesin, eretan transportir, sumbu utama, tuas, pelat tabel, dan penjepit pahat.

- Kepala tetap, berfungsi sebagai dudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya: cekam *(chuck),* kollet, senter tetap, atau pelat pembawa rata *(face plate)* dan pelat pembawa berekor *(driving plate)*
- Kepala lepas, digunakan sebagai dudukan senter putar *(rotary centre)*, senter tetap, cekam bor *(chuck drill)* dan mata bor bertangkai tirus yang pemasanganya dimasukkan pada lubang tirus *(sleeve)* kepala lepas.
- Alas/meja mesin, digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam *(steady rest)* dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan.
- Eretan *(carriage)*, terdiri dari tiga bagian/elemen diantaranya, eretan memanjang, eretan melintang dan eretan atas.
    - Eretan memanjang (*longitudinal carriage),* berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menajaui spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagai dudukan eretan melintang.
    - Eretan melintang *(cross carriage),* befungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjaui sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagai dudukan eretan atas.
    - Eretan atas *(top carriage)*, berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual kearah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.

- Poros Transportir dan Poros Pembawa
  - Poros transportir adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir whitehworth (inchi) atau metrik (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis, misalnya pembubutan arah memanjang/melintang dan ulir.
  - Poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis.
- Tuas/Handel terdiri pada mesin bubut standar terdiri dari beberapa daintaranya, tuas pengatur putaran mesin, kecepatan pemakanan dan pembalik arah putaran.
- Penjepit/pemegang pahat *(Tools Post)* digunakan untuk menjepit atau memegang pahat.

Perlengkapan Mesin Bubut Standar:

Perlengkapan mesin bubut diantaranya, Alat pecekam benda kerja, alat pembawa , alat penyangga/penahan dan alat bantu pengeboran.

- Alat pecekam benda kerja

  Alat pecekam benda kerjaterdiri dari cekam *(chuck)* dan cekam kolet *(collet chuck)*.
  - Cekam adalah salahsatu alat perlengkapan mesin bubut yang penggunaannya dipasang pada spindle utama mesin, digunakan untuk menjepit/mengikat benda kerja pada proses pembubutan.
  - Cekam kolet adalah salahsatu kelengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit/mencekam benda kerja yang memilki permukaan relatif halus dan berukuran kecil.
- Alat pembawa

  Yang termasuk alat pembawa pada mesin bubut adalah, pelat pembawa dan pembawa *(lathe doc).* Jenis pelat pembawa ada dua yaitu, pelat pembawa permukaan bertangkai *(driving plate)* dan pelat pembawa permukaan rata *(face plate)*. Konstruksi pelat pembawa berbentuk bulat dan pipih, berfungsi untuk memutar pembawa *(lathe-dog)* sehingga benda kerja yang terikat akan ikut berputar bersama spindel mesin.

- Alat penyangga/penahan

  Alat penahan benda kerja pada mesin bubut standar ada dua yaitu: penyangga dan senter (senter tetap/mati dan senter putar).

  - Penyangga adalah salah satu alat pada mesin bubut yang digunakan untuk menahan benda kerja yang memilki ukuran relatif panjang. Alat ini ada dua jenis yaitu, penyangga tetap (*steady rest)* dan penyangga jalan *(follow rest).* Penggunaan penyangga tetap, dipasang atau diikat pada alas/meja mesin, sehingga kedudukannya dalam keadaan tetap tidak mengikuti gerakan eretan. Untuk penyangga jalan, pemasangannya diikatkan pada eretan memanjang sehingga pada saat eretannya digerakkan maka penyangga jalan mengikuti gerakan eretan tersebut.
  - Senter digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter tetap/mati (senter yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan) dan senter putar (senter yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan

- Alat bantu pengeboran

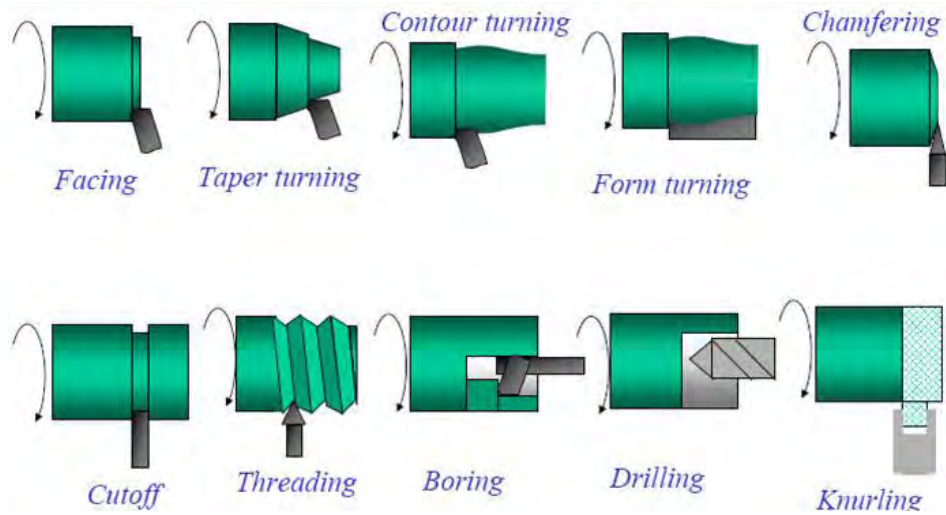
  Yang dimaksud alat bantu pengeboran adalah alat yang digunakan untuk mengikat alat potong bor termasuk rimer, konterbor, dan kontersing pada proses pembubutan. Ada dua jenis yaitu, cekam bor dengan kunci dan cekam bor tanpa pengunci *(keyless chuck drill).*

- Spesifikasi mesin bubut standar

  Dimensi mesin bubut ditentukan oleh panjang jarak antara ujung senter kepala lepas dengan senter kepala tetap dan tinggi antara meja mesin dengan senter tetap.

4. Tugas

Tugas Pertama:

Amati proses pembubutan sebagaimana gambar dibawah. Selanjutnya jelaskan apa saja yang dapat dilakukan proses pembubutan apa saja yang dapat dilkukan pada mesin bubut standar.

Tugas Kedua:

Amati gambar bagian-bagian mesin yang terdapat pada tabel dibawah, selanjutnya sebutkan nama dan jelaskan fungsi atau kegunaannya.

No	Gambar Bagian-bagian Mesin Bubut Standar	Nama Bagian	Fungsi
1.			
2.			
3.			
4.			

5.			
6.			
7.			

Tugas Ketiga:

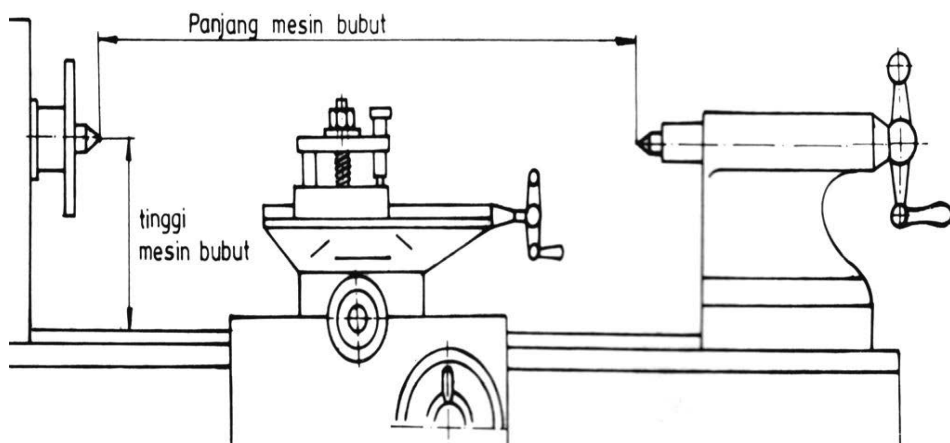
Amati gambar perlengkapan mesin bubut sebagaimana terdapat pada tabel dibawah, selanjutnya sebutkan nama dan jelaskan fungsi atau kegunaannya.

No	Gambar Perlengkapan Mesin Bubut Standar	Nama Perlengkapan	Funsgsi Perlengkapan
1.			
2.			
3.			

4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			

12.			
13.			
14.			
15.			
16.			

Tugas Keempat

Amati mesin bubut berikut spesifikasinya pada gambar dibawah. Selanjutnya jelaskan dengan singkat spesifikasi utama pada mesin bubut standar.

5. Test Formatif

Pilihan Ganda:

Jawablah soal dibawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dengan memberi tanda **(X).**

1. Fungsi utama mesin bubut standar adalah untuk…
   a. Membelah
   b. Mengalur
   c. Menyetik
   d. Menggerinda

2. Yang bukan fungsi utama mesin bubut standar adalah …
   a. Menchamper
   b. Memfacing
   c. Mengulir
   d. Membentuk

3. Yang bukan termasuk bagian utama mesin bubut adalah….
   a. Kepala lepas
   b. Kepala tetap
   c. Senter tetap
   d. Eretan

4. Bagian utama mesin bubut yang berfungsi sebagai dudukan rumah pahat adalah….
   a. Eretan atas
   b. Eretan melintang
   c. Eretan memanjang
   d. Eretan

5. Yang bukan termasuk perlengkapan mesin bubut adalah….
   a. Pelat pembawa
   b. Kolet
   c. Eretan memanjang
   d. Cekam

6. Perlengkapan mesin bubut yang berfungsi sebagai pengikat benda kerja yang berukuran relatif kecil dan permukaannya halus adalah….
   a. Pelat pembawa
   b. Kolet
   c. Eretan penyangga
   d. Cekam

7. *Follow rest* pada mesin bubut berfungsi sebagai …
   a. Penahan benda kerja yang dipasang diam pada meja
   b. Penahan benda kerja yang bergerak mengikuti eretan melintang
   c. Penahan benda kerja yang dipasang pada ujung benda kerja
   d. Penahan benda kerja yang bergerak mengikuti eretan memanjang

8. *Steady rest* pada mesin bubut berfungsi sebagai …
   a. Penahan benda kerja yang bergerak mengikuti eretan melintang
   b. Penahan benda kerja yang dipasang pada ujung benda kerja
   c. Penahan benda kerja yang dipasang diam pada meja
   d. Penahan benda kerja yang bergerak mengikuti eretan memanjang

9. Keuntungan/kelebihan pencekaman benda kerja dengan *independent chuck* dari pada *self centering chuck* adalah....
   a. Dapat distel kesentrisannya
   b. Dapat dipasang lebih mudah
   c. Lebih presisi/baik hasilnya
   d. Lebih mudah penyayatannya

10. Yang menjadi acuan dalam menentukan dimensi mesin bubut …
    a. Panjang jarak antara ujung pusat senter kepala lepas dengan ujung pusat senter kepala tetap dan tinggi jarak antara pusat senter dengan eretan memanjang
    b. Panjang jarak antara ujung pusat senter kepala lepas dengan ujung pusat senter kepala tetap dan tinggi jarak antara pusat senter dengan eretan lintang
    c. Panjang jarak antara ujung pusat senter kepala lepas dan ujung pusat senter kepala tetap dan tinggi jarak antara pusat senter kepala tetap dengan bodi mesin
    d. Panjang jarak antara ujung pusat senter kepala lepas dengan ujung pusat senter kepala tetap dan tinggi jarak antara pusat senter dengan meja mesin

C. Kegiatan Belajar 2– Alat Potong Pada Mesin Bubut

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta didik dapat:

a. Mendifinisikan alat potong
b. Mengidentifikasi bahan/ materialalat potong
c. Menjelaskan proses pembuatan alat potong
d. Mengidentifikasi sifat bahan/ materialalat potong
e. Memilih bahan/ materialalat potong
f. Mengidentifikasi macam-macam alat potong pada mesin bubut
g. Mengidentifikasi macam-macam pahat bubut
h. Menjelaskan geometris pahat bubut
i. Mengetahui perubahan geometeri pahat bubut
j. Mengidentifikasi macam-macam kerusakan pahat bubut
k. Menentukan alat potong sesuai tuntutan pekerjaan

3. Uraian Materi

Sebelum mempelajari materi alat potong pada mesin bubut, lakukan kegiatan sebagai berikut:

Pengamatan:

Silahkan mengamati beberapa benda kerja/ komponen hasil pembubutan yang terdapat pada (Gambar 2.1) atau objek lain sejenis disekitar anda. Selanjutnya sebutkan dan jelaskan, alat potong apa saja yang digunakan untuk membentuk/ memproses komponen tersebut pada mesin bubut.

Gambar 2.1. Benda kerja/ komponen hasil pembubutan

Menanya:

Apabila anda mengalami kesulitan dalam menyebutkan nama dan fungsi alat potong yang digunakan untuk membentuk/ memproses komponen-komponen tersebut, bertanyalah/ berdiskusi/ berkomentar kepada sasama teman atau guru yang sedang membimbing anda.

Mengekplorasi:

Kumpulkan data secara individu atau kelompok, terkait nama dan fungsi alat potong yang digunakan untuk membentuk/ memproses komponen-komponen tersebut melalui: benda konkrit, dokumen, buku sumber, atau hasil eksperimen.

Mengasosiasi:

Selanjutnya katagorikan/ kelompokkan masing-masing alat potong tersebut berdasarkan fungsi dan jenisnya. Apabila anda sudah melakukan pengelompokan, selanjutnya jelaskan bagaimana cara penggunaannya.

Mengkomunikasikan:

Presentasikan hasil pengumpulan data-data anda, terkait dengan alat potong yang digunakan untuk membentuk/ memproses komponen-komponen tersebut pada mesin bubut, dan selanjutnya buat laporannya.

ALAT POTONG PADA MESIN BUBUT

Pada kegiatan produksi di industri manufaktur yang menggunakan fasilitas mesin perkakas, alat potong merupakan salahsatu jenis alat yangmutlak diperlukan untuk melakukan proses produksinya. Berbagi macam dan bentuk alat potong yang digunakan sesuai dengan hasil produkyang diinginkan.

Alat potong berfungsi untuk menyayat/ memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja. Pada proses pembubutan ada beberapa jenis alat potong yang digunakan diantaranya: senter bor/centre drill, mata bor/drill, konter bor, reamer, konter sing, pahat bubut dll.

Hasil produk pada proses pemesinan bubut sangat dipengaruhi oleh kondisi dan geometris alat potong yang digunakan, yang proses penyayatnya/pemotongan dapat

dapat dilkukan dengan cara gerak memanjang, melintang atau menyudut tergantung pada hasil bubutan yang diinginkan

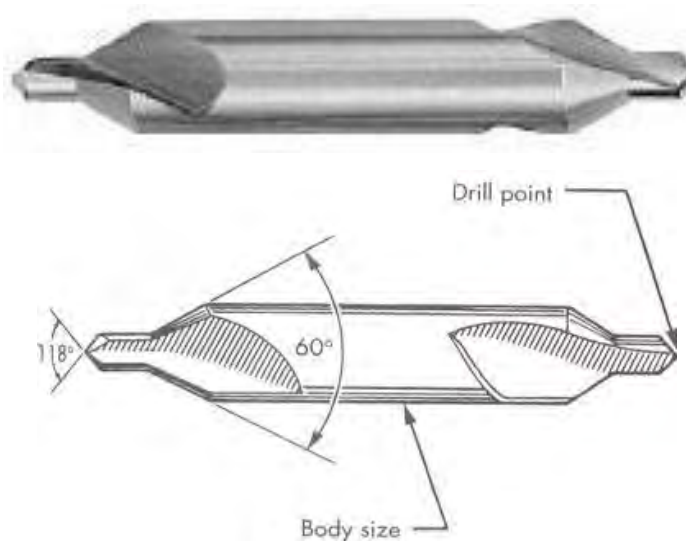
a. Macam Alat Potong Pada Mesin Bubut

Selain pahat bubut, terdapat bebeberapa macam alat potong yang digunakan pada mesin bubut diantaranya:

1) Bor Senter (*Centre drill)*

Bor senter adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang senter pada ujung permukaan benda kerja. Jenis bor senter ada tiga yaitu: bor senter standar (*standar centre driil)*, bor senter dua mata sayat (*safety type centre drill)* dan bor senter mata sayat radius (*radius form centre drill)*.

a) Bor senter standar (*Standard centre drill):*

Bor senter standar memiliki sudut mata sayat pengarah sebesar 60º, sehingga hasil lubang senter yang dibuat memilki sudut yang sama dengan sudut mata sayatnya. Bor senter jenis ini memiliki dua ukuran, yaitu bor senter standar panjang normal (Gambar 2.2) dan bor senter ekstra pendek/panjang (Gambar 2.3).

Gambar 2.2. Bor senter standar panjang normal

Gambar 2.3. Bor senter standar ekstra pendek dan ekstra panjang

b) Bor senter mata sayat bertingkat

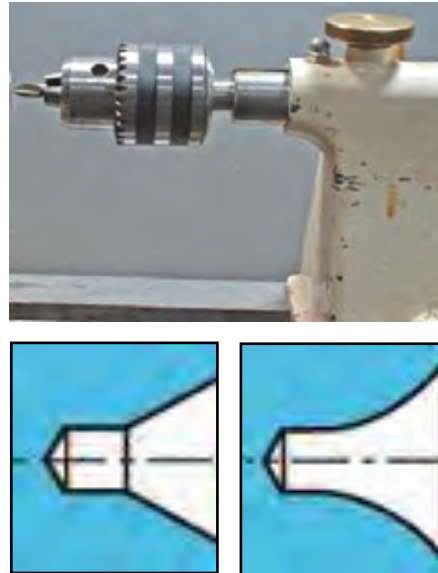
Bor senter mata sayat (Gambar 2.5), fungsinya sama dengan senter bor standar yaitu untuk membuat lubang senter bor yang memilki sudut pengarah senter 60º. Perbedaannya adalah apabila pada saat membuat lubang senter bor diperlukan hasil lubang senternya bertingkat setelah bidang tirusnya, maka dapat digunakan senter bor jenis ini.

Gambar 2.5. Bor Senter dua mata sayat pengaman
(*safety type centre drill)*

c) Bor Senter bentuk radius/ *Radius form centre drill*

Bor senter bor bentuk radius *(Radius form centre drill)* – (Gambar 2.6), memilki mata sayat berbentuk radius. Sehingga sehingga hasil lubang senter yang dibuat memilki profil yang sama dengan sudut mata sayatnya yaitu berbentuk radius. Kelebihan lubang senter bor bentuk radius ini adalah, apabila membubut diantara dua senter yang diperlukan pergeseran kepala lepas realtif besar, bidang lubang senter maupun senter tetap/ senter putar lebih aman karena bidang singgung pada lubang senter relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan lubang senter bor bentuk standar. Hasil pembuatan lubang senter bor bentuk radius dapat dilihat pada (Gambar 2.7).

Gambar 2.6. Bor senter bentuk radius dan hasilnya

Penggunaan senter bor pada proses pembubutan harus pasang atau diikat dengan cekam bor *(drill chuck)* yang dipasang pada kepala lepas. Pemasangan senter drill dan hasilnya pada proses pembubutan dapat dilihat pada (Gambar 2.7).

Gambar 2.7. Pemasangan senter bor
pada mesin bubut dan hasilnya

Untuk megetahui standar ukuran diameter bodi dan diameter ujung bor senter dalam satuan mmdapat dilhat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Standar ukuran diameter bodi & diameter ujung bor senter (mm)

No.	Diameter Bodi / *Body Diameter* (mm)	Diameter Ujung Bor Senter/ *Drill Point Diameter* (mm)
1.	3.15	1.0
2.	4.0	1.5
3.	5.0	2.0
4.	6.3	2.5
5.	8.0	3.15
6.	10.0	4.0
7.	12.5	5.0
8.	16.0	6.3
9.	19.0	8.0

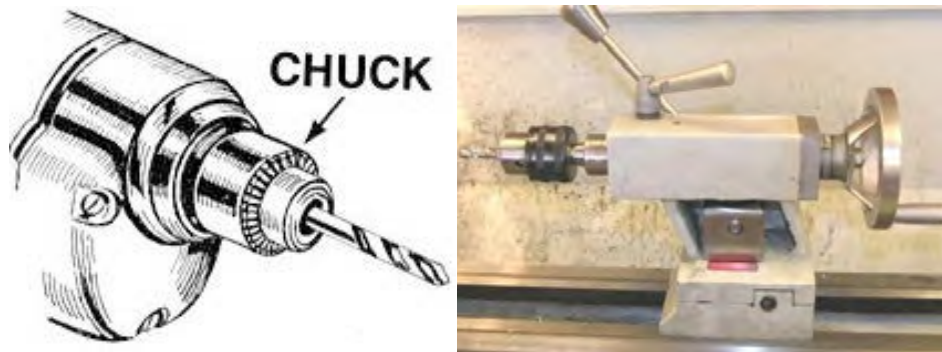
Hal lain yang penting diketahui bahwa,jenis senter bor yang sering digunakan dilingkungan industri manufatur maupun pendidikan adalah senter bor standar dan senter bor bentuk radius.

2) **Mata Bor *(Twist Drill)***

Mata bor adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang pada benda pejal. Dalam membuat diameter lubang bor dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu tergantung dari diameter mata bor yang digunakan.

a) Pengelompokan mata bor berdasarkan tangkai

Pengelompokan mata bor berdasarkan tangkai**,** dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, **pertama:** mata bor tangkai lurus (Gambar 2.8) yang pengikatanya menggunakan cekam bor/*drill chuck* (Gambar 2.9), dan **kedua:** mata bor tangkai tirus (Gambar 2.10) yang pengikatanya dimasukan pada lubang tirus kepala lepas (Gambar 2.11). Apabila pada saat digunakan ukuran tangkai tirusnya lebih kecil dari pada lubang tirus kepala lepas, dapat ditambah dengan menggunakan sarung pengurang. Selain itu perlu diketahui bahwa, untuk mata bor tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse taper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6.

Gambar 2.8. Mata bor tangkai lurus

Gambar 2.9. Pengikatan mata bor dengan cekam bor pada proses pembubutan

Gambar 2.10. Mata bor tangkai tirus

Pada saat penggunaan mata bor tangkai tirus yang memiliki ukuran tangkai lebih kecil dari pada lubang tirus pada kepala lepas, maka harus menggunakan alat tambahan yang disebut sarung pengurang *(drill sleeve)* (Gambar 2.11)

Gambar 2.11. Sarung pengurang bor *(drill sleeve) dan*

b. Pengelompokan mata bor berdasarkan spiral

Apabila dilihat spiralnya mata bor terbagi menjadi tiga yaitu, **pertama:** mata bor spiral normal/ *normal spiral drill* (Gambar 2.12) digunakan untuk mengebor baja lunak, **kedua:** mata bor spiral panjang/ *slow spiral drill*

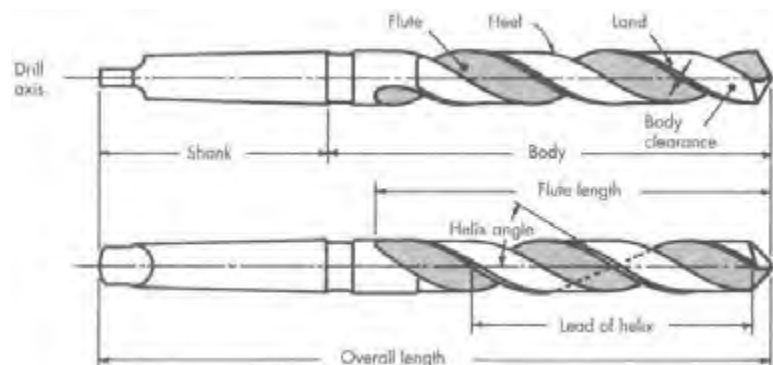
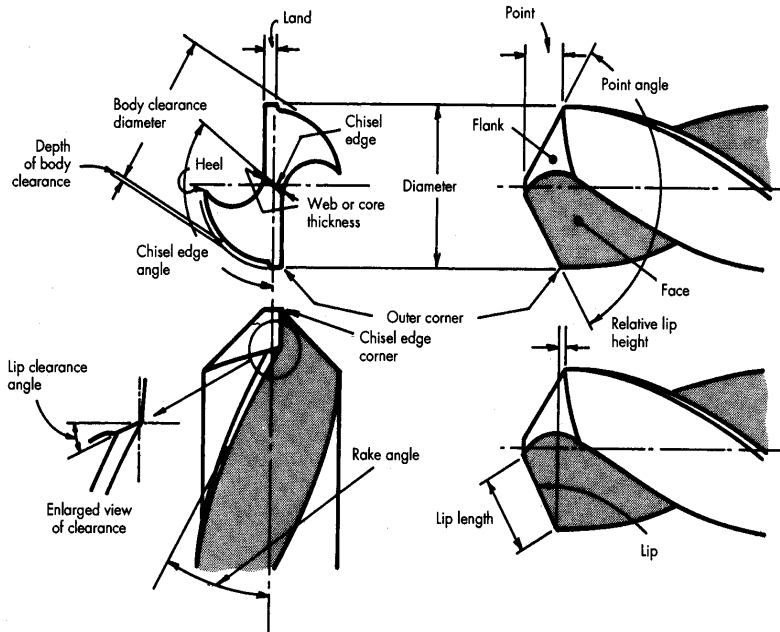
(Gambar 2.13) digunakan untuk mengebor baja keras dan **ketiga:** mata bor spiral pendek/ *quick spiral drill* (Gambar 2.14) digunakan untuk mengebor baja liat.

Gambar 2.12. Mata bor spiral normal/*normal spiral*

Gambar 2.13. Mata borspiral panjang/*slow spiral*

Gambar 2.14. Mata bor spiral pendek/*quick spiral*

c. Bagian-bagian Mata Bor:

Bagian-bagian mata bor dilihat dari bodinya dapat dilihat pada (Gambar 1.25), dan bagian-bagian mata bor dilihat dari mata sayat dan sudut bebasnya dapat dilihat pada (Gambar 1.16).

Gambar 2.15. Bagian-bagian mata bor dilihat dari bodinya

Gambar 2.16. Bagian-bagian mata bor dilihat dari mata sayatnya

3) Kontersing *(Countersink)*

Kontersing (*Countersink)* adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat champer pada ujung lubang agar tidak tajam atau untuk membuayt champer pada ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.

Sesuai kebutuhan pekerjaan dilapangan apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu, kontersing tangkai lurusdan kontersing tangkai tirusdan apabila dilihat dari sisi jumlah mata sayatnya kontersink terbagi menjadi eman jenis yaitu, jumlah mata sayat satu, mata sayat dua, mata sayat tiga, mata sayat empat, mata sayat lima dan mata sayat enam. Sedangkan apabila dilihat dari sudut mata sayatnya, kontersing terbagi menjadi enam jenis juga yaitu, kontersing sudut mata sayat 60º, 82º, 90º, 100º dan 120º.

Apabila dilihat dari tangkainya, kontersing dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu kontersing tangkai lurus dan kontersing tangkai tirus:

a) Kontersing tangkai lurus:

Kontersingtangkai lurus (Gambar 2.17), pada saat digunakan untuk proses pembubutan penggikatanya dipasang pada cekam bor/ *drill chuck* sebagaimana pengikatan pada proses pengeboran dengan bor tangkai lurus.

Gambar 2.17. Kontersingtangkai lurus

b) Kontersing tangkai tirus:

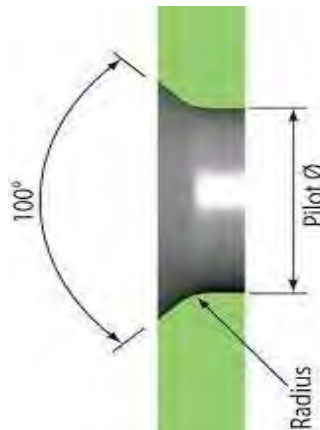
Kontersingtangkai tirus (Gambar 2.18), pada saat digunakan untuk proses pembubutan penggikatanya dipasang pada lubang sleave kepala lepas sebagaimana pengikatan pada proses pengeboran dengan bor tangkai tirus. Apabila tirus tangkangkainya terlalu kecil dapat ditambah dengan sarung pengurang. Sebagaimana mata bor tangkai tirus, kontersing tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse taper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6.

Gambar 2.18. Kontersingtangkai lurus

Apabila dilihat dari jumlah mata sayatnya, kontersing dapat dibagi menjadi enam jenis yaitu: kontersing mata sayat satu, kontersing mata sayat dua, kontersing mata sayat tiga, kontersing mata sayat empat, kontersing mata sayat lima, dan kontersing mata sayat enam.

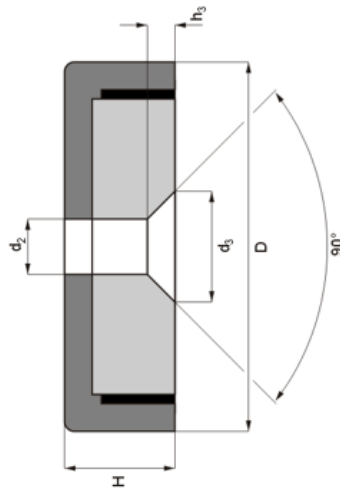
c) Kontersing mata sayat satu:

Kontersingmata sayat satu (Gambar 2.19), memiliki jumlah mata sayat satu yang berfungsi untuk menchamper ujung lubangpada benda kerja agar tidak tajam atau sebagai pengarah/ menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus dan radius. Hasil pembubutan champer dengan kontersingmata sayat satu sudut 100º dapat dilihat pada gambar (2.20).

Gambar 2.19. Kontersingmata sayat satu
dan hasil lubang champer

Gambar 2.20. Hasil pembubutan champer dengan kontersingmata sayat satu

d) Kontersing mata sayat dua:

Kontersingmata sayat dua (Gambar 2.21), memiliki jumlah mata sayat dua yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu yaitu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat dua dibandingkan dengan kontersink mata satu adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi dua. Hasil pembubutan champer dengan kontersingmata sayat dua sudut 90º dapat dilihat pada (Gambar 2.22).

Gambar 2.21. Kontersingmata sayat dua

Gambar 2.22. Hasil pembubutan champer dengan kontersing mata sayat dua

e) **Kontersing mata sayat tiga:**

Kontersing mata sayat tiga (Gambar 2.23), memiliki jumlah mata sayat tiga yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat tiga dibandingkan dengan kontersink mata dua adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi tiga.

Gambar 2.23. Kontersingmata sayat tiga

f) **Kontersing mata sayat empat:**

Kontersingmata sayat empat (Gambar 2.24), memiliki jumlah mata sayat empat yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar

sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat empat dibandingkan dengan kontersink mata tiga adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi empat.

Gambar 1.24. Kontersingmata sayat empat

g) Kontersing mata sayat lima:

Kontersingmata sayat lima (Gambar 2.25), memiliki jumlah mata sayat lima yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat lima dibandingkan dengan kontersink mata empat adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi lima.

Gambar 2.25. Kontersingmata sayat lima

h) Kontersing mata sayat enam:

Kontersingmata sayat enam (Gambar 2.26), memiliki jumlah mata sayat enam yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar

sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat enam dibandingkan dengan kontersink mata lima adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi enam.

Gambar 2.26. Kontersingmata sayat enam

Dari keseluruhan jenis kontersink tersebut diatas, berdasarkan pengalaman dilapangan yang sering digunakan adalah kontersing yang memilki mata sayat tiga dan empat dan sudut mata sayatnya 60º atau 90º.

Kontersink bertangkai lurus, pada saat digunakan penggikatanya dipasang pada cekam bor (*drill chuck)* sebagaiman pada proses pengeboran dengan mata bor tangkai lurus, dan yang bertangkai tirus pengikatannya dipasang pada lubang tirus kepala lepas sebagaimana pada proses pengeboran menggunakan mata bor tangkai tirus. Selain itu perlu diketahui bahwa, kontersink tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse tapper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6 sebagaimana mata bor tangkai tirus.

4) Konterbor (*Counterbor)*

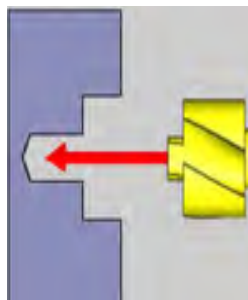
Konterbor (*counterbor)* adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang bertingkat. Hasil lubang bertingkat berfungsi sebagai dudukan kepala baut L.Jenis alat ini apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu konterbor tangkai lurus (Gambar 2.27) dan konterbor tangkai tirus (Gambar 2.28).

Gambar 2.27. Konterbor tangkai lurus

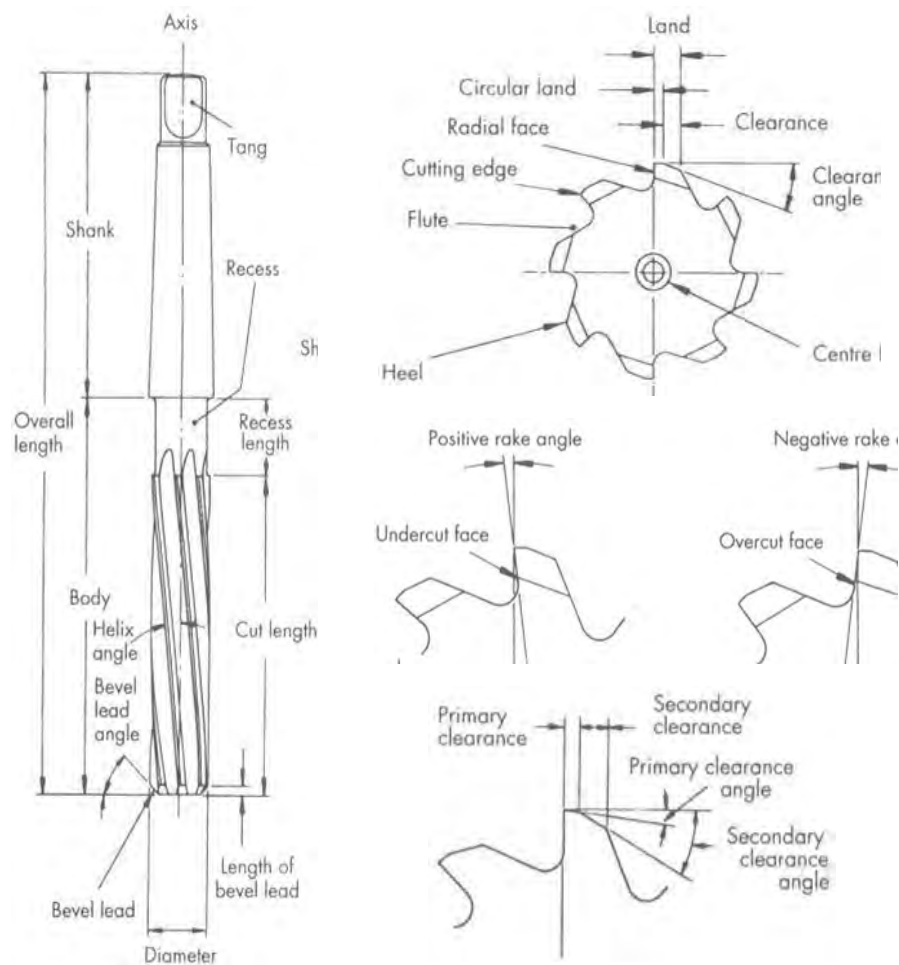
Gambar 2.28. Konterbor tangkai tirus

Apabila dilihat dari sisi ujung mata sayatnya, alat ini juga terbagi menjadi dua yaitu, konterbor dengan pengarah (Gambar 2.29) dan konterbor tanpa pengarah (Gambar 2.30). Hasil pembuatan lubang konterbor pada mesin bubut dapat dilihat pada (Gambar 2.31).

Gambar 2.29. Konterbor dengan pengarah

Gambar 2.30. Konterbor tanpa pengarah

Gambar 2.31. Hasil pembuatan lubang bertingkat dengan konterbor pada mesin bubut

5) **Rimer Mesin *(Reamer Machine)***

Rimer mesin (Gambar 2.32), adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk memperhalus dan memperbesar lubang dengan toleransi dan suaian khusus sesuai tuntutan pekerjaan, yang prosesnya benda kerja sebelumnyadibuat lubang terlebih dahulu. Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara 0,15 ÷ 0,25 mm dan untuk lubang diameter 10 mm keatas, dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara 0,25 ÷ 0,60 mm. Tujuan dilakukan pengurangan diamerter sebelum dirimer adalah, agar hasilnya lebih maksimal dan beban pada rimer tidak terlalu berat sehingga memilki umur lebih panjang.

Gambar 2.32. Bagian-bagian rimer mesin

Apabila dilihat dari fungsinya rimer mesin terbagi menjadi tiga yaitu, reamer mesin untuk lubang pin, reamer untuk luang lurus dan reamer untuk lubang tirus.

a) Rimer Mesin Untuk Lubang Pin

Rimer mesin untuk lubang pin apabila dilihat dari bentuk mata sayatnya terbagi menjadi tiga yaitu, reamer pin tirus mata sayat lurus/ *straight taper pin reamer* (Gambar 2.33), reamer pin tirus mata sayat spiral/ *spiral taper pin reamer* (Gambar 2.34), dan reamer pin tirus mata sayat helik *(helical taper pin reamer)* - (Gambar 2.35). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang pin tirus, yang memilki ketirusan standar.

Gambar 2.33. Reamer pin tirus mata sayat lurus

Gambar 2.34. Reamer pin tirus mata sayat spiral

Gambar 2.35. Reamer pin tirus mata sayat helik

b) Rimer mesin untuk lubang lurus:

Rimer mesin untuk lubang lubang lurus apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu, reamer lurus tangkai lurus (Gambar 2.36), dan rimer lurus tangkai tirus (Gambar 2.37). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang lurus yang memilki toleransi dan suaian khusus.

Gambar 2.36. Reamer lurus tangkai lurus

Gambar 2.37. Reamer lurus tangkai tirus

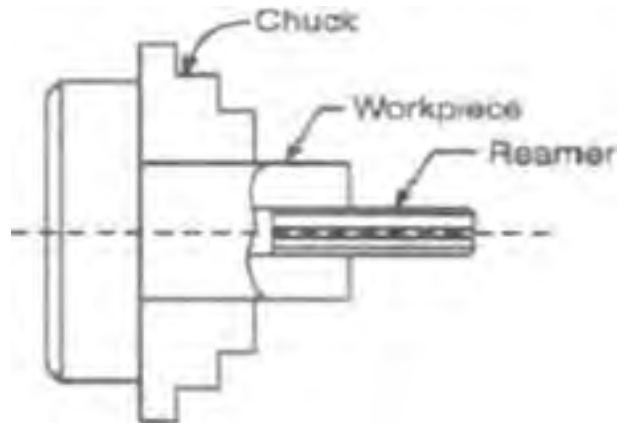
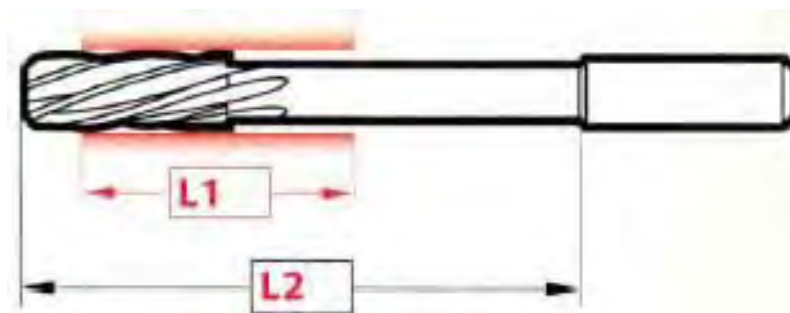
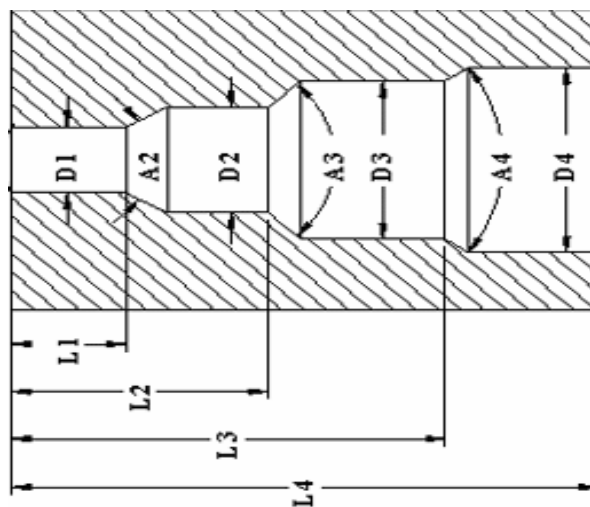
c) Rimer mesin untuk lubang tirus:

Rimer mesin untuk lubang tirus apabila dilihat dari fungsinya terbagi menjadi dua yaitu, rimer tirus untuk pengasaran (Gambar 2.38) dan reamer tirus untuk finising (Gambar 2.39). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang tirus standar, misalnya tirus standar morse (*taper morse - MT)* yaitu mulai dari MT 1 s.d 6.

Gambar 2.38. Rimer reamer tirus untuk

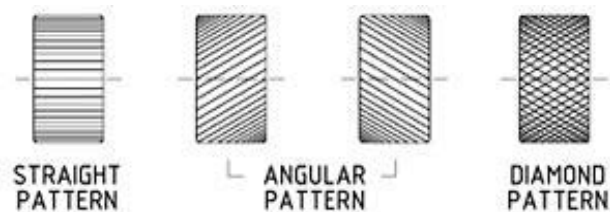
Gambar 2.39. Rimer lurus tangkai tirus

Untuk mendaptkan hasil lubang sesuai toleransi dan suaian yang diinginkan, garis sumbu rimer harus benar-benar sepusat dengan garis sumbu lubang yang akan direamer (Gambar 2.40). Untuk merimer lubang lurus yang tembus, sebaiknya kedalamannya dilebihkan kurang lebih 1/3 dari mata sayatnya (Gambar 1.41), hal ini dilakukan agar lubang benar-benar lurus. Untuk mereamer lubang tirus, disarankan lubang yang akan direamer sebelumnya dibuat bertingkat terlebih dahulu dengan tujuan agar rimer tidak menerima beban yang berat (Gambar 2.42). Selain itu agar mendapatkan hasil yang maksimal dan reamer yang digunakan awet, pada saat meramer

harus menggunakan putaran mesin yang sesuai dan selalu menggunakan air pendingin atau oli.

Gambar 2.40. Kesepusatan garis sumbu lubang dengan garis sumbu rimer

Gambar 2.42. Posisi kedalaman pereameran lubang lurus

Gambar 2.43. Pembuatan lubang bertingkat sebelum dirimer

6) **Kartel *(Knurling)***

Kartel *(knurling)* adalah suatu alat pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat alur-alur melingkar lurus atau silang pada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam. Tujuan pengkartelan bagian luar adalah agar permukaan bidanng tidak licin pada saat dipegang, contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar yang dipegang dengan tangan. Untuk pengkartelan bagian dalam tujuannya adalah untuk keperluan khusus, misalnya memperkecil lubang bearing yang sudah longgar.

Bentuk/ profil hasil pengkartelan ada tiga jenis yaitu: belah ketupat/ intan, menyudut/ silang dan lurus (Gambar 2.44). Hasil pengkartelan tergantung dari bentuk gigi pisau kartel yang digunakan (Gambar 2.45).

.Gambar 2.44. Pola/ bentuk hasil pengkartelan

Gambar 2.45. Macam-macam bentuk gigi pisau kartel

Pada saat digunakan gigi pisau kartel dipasang pada pemegangnya *(holder).* Untuk pengkartelan bentuk lurus, hanya diperlukan sebuah gigi pisau kartel bentuk lurus yang dipasang pada dudukannya dengan posisi tetap/ *rigid* (Gambar 2.46). Pada k pengkartelan bentuk menyudut dan ketupat/ intan, diperlukan sepasang gigi pisau kartel bentuk menyudut/ silang yang dipasang pada dudukannya. Pemegang gigi kartel menyudut/ silang da, ada yang satu dudukan dan ada yang tiga dudukan (Gambar 2.47).

Gambar 2.46. Pemegang gigi pisau kartel lurus dengan posisi tetap *(rigid)*

Gambar 2.47. Pemegang gigi pisau kartel lurusdengan posisi tetap/ *rigid*

Konstruksi atau bentuk pemegang/ holder gigi pisau kartel dibuat sesuai profil bidang yang akan dikartel, sehingga dapat dipilih sesuai kebutuhan. Macam-macam bentuk pemegang gigi pisau kartel buatan dari salah satu pabrikan dapat dilihat pada (Gambar 2.48).

Gambar 2.48. Macam-macam pemegang gigi pisau kartel

b. Pahat Bubut

Pahat bubut merupakan salahsatu alat potong yang sangat diperlukan pada prosespembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tututan pekerjaan misalanya, dapat digunakan untuk membubut permukaan/ facing, rata, bertingkat, alur, champer, tirus, memperbesar lubang, ulir dan memotong

Kemampuan/performa pahat **bubut** dalam melakukan pemotongan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, jenis bahan/ material yang digunakan, geometris pahat bubut, sudut potong pahat bubut dan bagaimana apakah teknik penggunaanya sudah sesuai petunjuk dalam katoalog. Apabila beberapa faktor tersebut diatas dapat terpenuhi berdasarkan standar yang telah ditentukan, maka pahat bubut akan maksimal kemampunannya/ performanya.

Setiap pabrik pembuat pahat bubut biasanya pada buku catalognya selalu mencantumkan spesifikasi dan klasifikasi produk buatannya, diantaranya mencantumkan kode standar yang digunakan misalnya dengan standar ISO 513.

1) Bahan/ Material Pahat Bubut

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini begitu pesat terutama dalam industri manufaktur/ permesinan, sehingga sudah banyak diciptakan variasi jenis dan sifat material, baik untuk alat potong pahat bubut atau bahan/ *row material*. Pada awalnya manusia hanya mampu membuat alat potong pahat bubut dari jenis baja karbon, kemudian ditemukan unsur atau paduan yang lebih keras sampai ditemukannya material alat potong pahat bubut yang paling keras yaitu diamond. Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong/ pahat bubut diantaranya: Tungsten/ Wolfram (W), Chromium (Cr), Vanadium (V), Molybdenum (Mo) dan Cobalt (Co).

Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memilkiperforma yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan dll.

Macam-macam pahat bubut dilihat dari jenis material/ bahan yang digunakanmeliputi: Baja karbon, Baja kecepatan tinggi/ *High Speed Steels* (HSS, Paduan cor nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides), Karbida

(cemented carbides; hardmetals), Keramik (ceramics), CBN (cubic boron nitrides), danIntan (sintered diamonds & natural diamond)

a) Baja karbon

Yang termasuk didalam kelompok baja karbon adalah *High Carbon Steel* (HCS) dan *Carbon Tool Steels* (CTS). Baja jenis ini menggandung karbon yang relative tinggi (0,7% - 1,4% C) dengan prosentasi unsur lain relatif rendah yaitu Mn, W dan Crmasing-masing 2% sehingga mampu memiliki kekerasan permukaan yang cukup tinggi. Dengan proses perlakuan panas pada suhutertentu, strukur bahan akan bertransformasi menjadi martensit dengan hasil kekerasan antara 500 ÷ 1000 HV.

Karena mertensitik akan melunak pada temperature sekitar 250□ C, maka baja karbon jenis ini hanya dapat digunakan pada kecepatan potong yang rendah (10 m/menit) dan hanya dapat digunakan untuk memotong logam yang lunak atau kayu.

b) Baja Kecepatan Tinggi/ *High Speed Steel* (HSS)

Pada sekitar tahun 1898, ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan *Crom* (Cr) dan *Tungsten/ Wolfram* (W) dengan melalui proses penuangan *(molten metallurgy)* selanjutnya dilakukan pengerolan atau penempaan dibentuk menjadi batang segi empat atau silinder. Pada kondisi masih bahan *(raw material),* baja tersebut diproses secara pemesinan menjadi berbagai bentuk pahat bubut. Setelah proses perlakuan panas dilaksanakan, kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi yaitu sampai dengan tiga kali kecepatan potong pahat CTS.

Baja Kecepatan Tinggi *(High Speed Steel - HSS)* apabila dilihat dari komposisinya dapat dibagai menjadi dua yaitu, Baja Kecepatan Tinggi *(High Speed Steel - HSS)* Konvensional dan Baja Kecepatan Tinggi *(High Speed Steel - HSS)* Spesial.

HSS Konvensional:

Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Konvesional, terbagi menjadi dua yaitu:

- Molibdenum HSS
- Tungsten HSS

HSS Spesial:

Baja Kecepatan Tinggi Konvesional (HSS) Spesial, terbagi menjadi enam yaitu:

- Cobalt Added HSS
- High Vanadium HSS
- High Hardess Co HSS
- Cast HSS
- Powdered HSS
- Coated HSS

c) Paduan Cor Nonferro

Sifat-sifat paduan cor nonferro adalah diantara sifat yang dimiliki HSS dan Karbida *(Cemented Carbide),* sehingga didalam penggunaannya memiliki karakteristik tersendiri karena karbida terlalu rapuh dan HSS mempunyai ketahanan panas *(hot hardness)* dan ketahanan aus *(wear resistance)* yang terlalu rendah. Jenis material ini di bentuk dengan cara dituang menjadi bentuk-bentuk yang tertentu, misalnya tool bit (sisipan) yang kemudian diasah menurut geometri yang dibutuhkan.

Baja paduan nonferro terdiri dari empat macam elemen/ unsur utama diantaranya:

- Cobalt (Co):

  Unsur cobalt,berfungsi sebagai pelarut bagi unsure-unsur lainnya.
- Chrom (Cr):

  Unsur chrom (10% s.d 35%), berfungsi sebagai pembetuk karbida
- Tungsten/ Wolfram (W):

  Unsur tungsten/ wolfram (10% s.d 25%), berfungsi sebagai pembentuk karbida dan menaikan karbida secara menyeluruh.

- Karbon (C):

  Apabila terdapat unsur karbon (1%) akan menghasilkan jenis baja yang masih relaitif lunak, dan apabila terdapat unsur karbon (3%) akan menghasilkan jenis yang relatif keras serta tahan aus.

d) Karbida

Jenis karbida yang "disemen" *(Comented Carbides)* merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter *(sintering)* serbuk karbida (Nitrida, Oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya dari Cobalt (Co). dengan cara Carburizing masing-masing bahan dasar (serbuk) Tungsten (Wolfram,W) Tintanium (Ti), Tantalum (Ta) dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (ball mill) dan disaring. Salah satu atau campuaran serbuk karbida tersebut kemudian di campur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (1000º C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas) dan kemudian sintering (1600º C) sehingga bentuk keeping (sisipan) sebagai hasil proses cetak tekan (Cold atau HIP) akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula.

Hot Hardness karbida yang disemen (diikat) ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar prosentase pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik.

Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan, yaitu:

- Karbida Tungsten:

  Karbida tungsten merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang.
- Karbida Tungsten Paduan:

  Karbida tungsten paduan merupakan jenis karbida untuk pememotongan baja.
- Karbida lapis:

  Karbida lapis yang merupakan jenis karbida tungsten yang di lapis (satu atau beberapa lapisan) karbida, nitride, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi ketahanan terhadap panasnya *(hot hardness)* tinggi.

e) **Keramik *(Ceramics)***

Keramik menurut definisi yang sempit adalah material paduan metalik dan nonmetalik. Sedangkan menurut definisi yang luas adalah semua material selain metal atau material organic, yang mencakup juga berbagai jenis karbida, nitride, oksida, boride dan silicon serta karbon.

Keramik secara garis besar dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu :

- Keramik tradisional

  Keramik tradisional yang merupakan barang pecah belah peralatan rumah tangga
- Keramik industry

  Keramik industry digunakan untuk berbagai untuk berbagai keperluan sebagai komponen dari peralatan, mesin dan perkakas termasuk perkakas potong atau pahat.

Keramik mempunyai karakteristik yang lain daripada metal atau polimer (plastic, karet) karena perbedaan ikatan atom-atomnya, ikatannya dapat berupaikatan kovalen, ionic, gabungan kovalen & ionic, ataupaun sekunder.

Selain sebagai perkakas potong, beberapa contoh jenis keramik adalah sebagai berikut :

- Kertamik tradisional (dari ubin sampai dengan keramik untuk menambal gigi)
- Gelas (gelas optic, lensa, serat)
- Bahan tahan api (bata pelindung tandur/ tungku)
- Keramik oksida (pahat potong, isolator, besi, lempengan untuk mikroelektronik dan kapasitor)
- Karemik oksida paduan
- Karbida, nitride, boride dan silica
- Karbon

f) **Cubic Boron Nitride (CBN)**

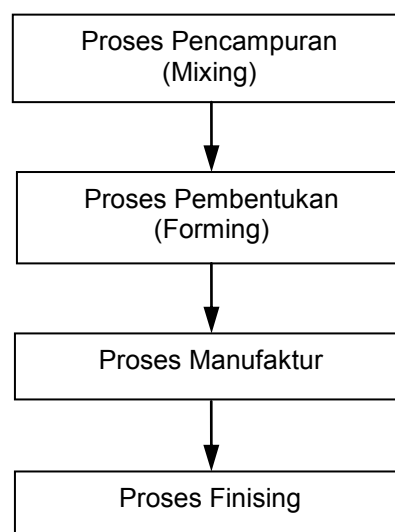
Cubic Boron Nitride (CBN) termasuk jenis keramik. Dibuat dengan penekanan panas (HIP, 60 kbar, 1500ºC) sehingga bentuk grafhit putih

nitride boron dengan strukrur atom heksagonal berubah menjadi struktur kubik. Pahat sisipan CBN dapat dibuat dengan menyinter serbuk BN tanpa atau dengan material pengikat, TiN atau Co. Ketahanan panas (*Hot hardness)* CBN ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan jenis pahat yang lain.

g) Intan

Sintered diamond merupakan hasil proses sintering serbuk intan tiruan dengan pengikat Co (5% - 10%). Tahan panas *(Hot hardness)* sangat tinggi dan tahan terhadap deformasi plastic. Sifat inidi tentukan oleh besar butir intan serta prosentase dan komposisi material pengikat. Karena intan pada temperature tinggi akan berubah menjadi graphit dan mudah ter-difusi dengan atom besi, maka pahat intan tidak dapat di gunakan untuk memotong bahan yang mengadung besi *(ferros).* Cocok untuk *ultra high precision* & *mirror finish cutting* bagi benda kerja nonferro (Al Alloys, Cu Alloys, Plastics dan Rubber).

2) Proses Pembuatan Pahat Bubut

Untuk mendapatkan kualitas hasil produk pahat bubut yang standar, tahapan proses pembuatannya harus sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Berikut tahapan proses pembuatan alat potong (Gambar 2.49).

Gambar 2. 49. Alur proses pembuatan pahat bubut

Keterangan:

- Proses *mixing.*

  Proses *mixing.*, merupakan proses pencampuran (*mixing*) antara serbuk logam dengan bahan aditif.
- Proses pembentukan *(forming).*

  Proses pembentukan *(forming),* yaitu proses pemberian gaya-gaya kompaksi baik pada temperatur ruang *(cold compaction)* maupun pada temperatur tinggi *(hot compaction).* Proses *cold compaction* akan dilanjutkan dengan proses sintering, yaitu proses pemanasan yang dilakukan pada kondisi vakum sehingga diperoleh partikel-partikel yang bergabung dengan kuat.
- Proses manufaktur

  Proses manufaktur adalah proses pemesinan dalam rangka membentuk produk alat potong sesuai standar yang diinginkan.
- Proses finishing

  Proses finishing adalah proses mengahluskan bidang/ bagian tertentu agar kelihatan lebih menarik bila dilihat dari sisi tampilan, dengan tidak mempengaruhi spesifikasi.

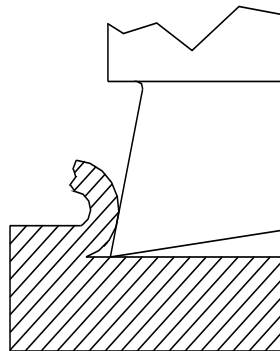
3) Sifat Bahan/ Material Pahat Bubut

Secara garis besar ada empat sifat utama yang diperlukan untuk menjadi alat potong yang memiliki kemampuan pemotongan/ performa yang baik. Sampai saat ini belum ada material alat potong yang secara keseluruhan dapat memenuhi keempat sifat yang ada, masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan yang dalam aplikasinya dapat disesuaikan dengan dengan kebutuhan pekerjaan. Adapun sifat-sifat yang dibutuhkan pada suatu alat potong antara lain sebagai berikut:

a) Keras

Sifat paling utama yang dibutuhkan oleh alat potong adalah keras. Agar dapat memotong/menyayat bahan benda kerja/ material dengan baik, alat potongharus memilki sifat lebih keras dari benda kerja/ *row material*. Pemotongan/ penyayatan dengan alat potong keras, selain dapat melakukan

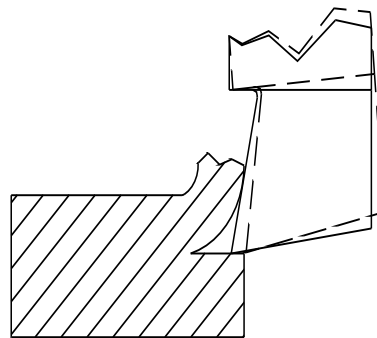
pemotongan dengan baik juga alat potong tidak lentur/ stabil (Gambar 1.50). Tingkat kekerasan material benda kerja maupun alat potong yang ada sekarang ini sudah cukup bervariasi, sehingga kita tinggal memilih material alat potong yang kita butuhkan disesuaikan dengan bahan benda kerja *(row material)* yang akan dikerjakan. Namun tidak sedikit terjadi dilapangan, pada kondisi tertentu alat potong harus digunakan untuk memotong/ menyayat benda kerja (*row material)* yang sudah mengalami proses perlakukan panas (*heattreatment),* yang mungkin kekerasanya menyamai atau bahkan melebihi kekerasan dari material alat potong yang ada, sehingga harus mengganti jenis alat potong lain yang memilki sifat yang lebih keras dari pada bahan benda kerja.

Sifat keras suatu alat potongsangat erat kaitannya dengan unsur-unsur paduan yang ada pada bahan alat potong tersebut, sehingga apabila ingin meningkatkan kekerasannya pada saat proses pembuatanharus menambahkan unsur paduan lain yang mampu meningkatkan kekerasan. Selain itu perlu diketahui bahwa, tingkat kekerasan alat potong akan bertolak belakang dengan tingkat kelenturan atau keuletannya, yang tentunya sifat ini juga merupakan sifat yang dibutuhkan untuk menjadi alat potong yang performanya baik.

Gambar 2.50. Ilustrasi pemotongan/ penyayatan dengan alat potong keras

b) Ulet/Liat

Sifat ulet sangat diperlukan pada suatu alat potong, terutama untuk mengatasi/ menetralisir adanya beban kejut dan getaran yang mungkin muncul sewaktu pemotongan/ penyayatan terjadi. Sifat ulet ini

menyebabkan pahat mampu untuk mengalami pelenturan atau defleksi yang bersifat elastis (Gambar 1.51). Meskipun dapat melentur pahat diharapkan tetap stabil dan kokoh, defleksi hanya diperlukan untuk mengurangi efek dari beban kejut. Sifat ulet dan keras memang saling bertolak belakang, semakin keras material itu maka akan semakin getas, dan sebaliknya, sehingga jarang di temukan material yang mempunyai tingkat kekerasan dan keuletan yang baik.

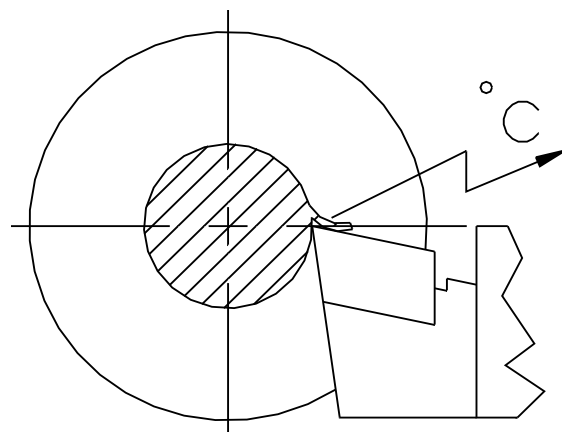
Untuk menanggulangi hal tersebut maka pahat dibuat dari dua material yang berbeda, yang pertama adalah material keras (material alat potong) kemudian yang kedua adalah material penyangga yang biasanya terbuat dari baja St. 60 atau EMS 45. Metode pengikatnya bisa berupa brazing, dibaut, dijepit, atau diselipkan.

Gambar 2.51. Ilustrasi pemotongan/ penyayatan dengan alat potong ulet

c) Tahan Panas

Setiap alat potong pada saat digunakan untuk melakukan pemotongan/ penyayatan akan timbul panas, hal ini tarjadi karena adanya gesekan akibat pemotongan (Gambar 2.52). Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong *(cutting speed),* kecepatan pemakanan *(feed)*, kedalaman pemakanan *(depth of cut)*, putaran mesin *(Revolotion per menit – Rpm),* jenisbahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin.

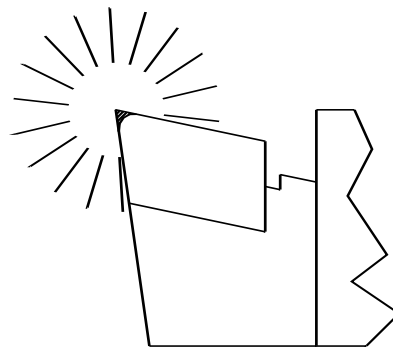
Panas yang timbul akibat pemotongan, akan merambat dan terdistribusi pada benda kerja maupun pada pahat. Perambatan panas pada benda kerja

jenis tertentu yaitu yang termasuk baja paduan, pada suhu tertentu dapat mengakibatkan perubahan struktur sehingga tingkat kekerasanya menjadi berubah lebih keras seperti dilakukan proses pengerasan *(hardening)*. Sedangkan perambatan panas pada pahat bubut, seperti dilakukan proses tempering atau normalisingyang dapat mengakibatkan penurunan tingkat kekerasannya. Perlu diketahui bahwa, ketahanansuatu alat potong terhadap panas, sangat dipengaruhi oleh jenis bahan/ material yang digunakan.

Bahan atau material alat potong dikatakan baik apabila mampu mempertahankan kekerasanya pada suhu tinggi, jadi meskipun ada panas yang muncul akibat pemotongan/ penyayatan tidak mempengaruhi performa dari pahat bubut. Panas yang muncul pada pahat bubut, dapat dikurangi dengan memberikan air pendingin pada saat proses pemotongan/ penyayatan. Cara pemberian air pendingin hendaknyadiarahkan tepat pada titik pemotongan/ penyayatan, sehingga diharapkan dapat mengurangi atau menetralisir panas yang terjadi pada benda kerja maupun pahat. Selain itu perlu diketahui bahwa, pemberian air pendingin yang tidak rutin/ stabil, akan dapat menyebabkan mata sayat pahat bubut menjadi retak atau pecah dalam hal ini untuk pahat bubut yang mengandung unsur korbonnya tinggi.

Gambar 2.52. Ilustrasi terjadinya panas pada benda kerja dan pahat bubut saat terjadi pemotongan/ penyayatan

d) Tahan Aus

Penampang ujung pahat bubut yang kecil dan runcing, mudah sekali untuk mengalami keausan. Sifat ini tidak bias terlepas/ erat kaitanya dengan sifat yang lain yaitu kekerasan, keuletan dan tahan panas, akan tetapi merupakan hal yang berdiri sendiri. Umur pakai pahat secara normal menunjukkan tingkat ketahanan terhadap keausan.

Keausan yang timbul pada mata sayat pahat bubut, dapat disebabkan terjadinya gesekan maupun getaran yang terjadi pada saat pemotongan/ penyayatan (Gambar 2.53). Sifat tahan aus dapat diperbaiki dengan penambahan unsur paduan ataupun perbaikan pada geometri sudut pada pahat bubut.

Gambar 2.53. Ilustrasi terjadinya keausan akibat pemotongan/ penyayatan atau getaran

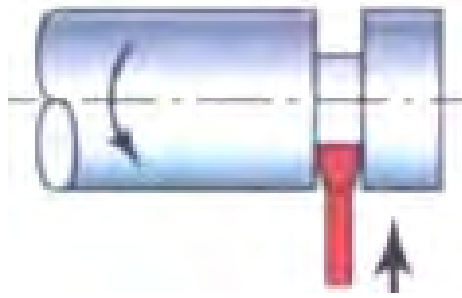
4) Macam-macam Pahat Bubut berdasarkan klasifikasinya

Macam/ jenis pahat bubut dapat dibedakan menurut beberapa klasifikasi tertentu diantaranya:

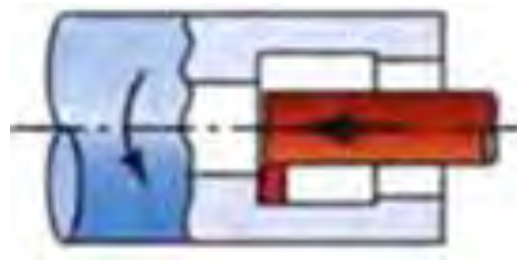
a) Menurut Letak Penyayatan.

Menurut letak penyayatan, pahat bubut terdapat dua jenis yaitu, pahat bubut luar dan dalam.

- Pahat Bubut Luar

  Pahat bubut luar digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian luar. Contoh penggunaan pahat bubut luar dapat dilihat pada (Gambar 2.54).

Gambar 2.54. Contoh penggunaan pahat bubut luar

- Pahat Bubut Dalam

  Pahat bubut dalam digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian dalam. Contoh penggunaan pahat bubut luar dapat dilihat pada (Gambar 1.55).

Gambar 1.56. Contoh penggunaan pahat bubut dalam

b) Menurut Keperluan Pekerjaan

Menurut keperluan pekerjaan, pahat bubut terdapat dua jenis yaitu, pahat kasar *(rouging)* dan finising.

- Pahat Kasar *(Roughing)*

  Selama diperlukan untuk proses pengerjaan kasar, pahat harus menyayat benda kerja dalam waktu yang sesingkat mungkin. Maka digunakan pahat kasar (*roughing)* yang konstruksinya dibuat kuat.

- Pahat Finishing

  Apabila diinginkan hasil permukaan yang halus, sebaiknya digunakan pahat finishing. Ada dua jenis pahat finishing, yaitu pahat finishing titik

dan pahat finishing datar. Pahat finishing titik mempunyai sisi potong bulat, sedang pahat finishing datar mempunyai sisi potong rata.

Catatan: Setelah digerinda, sisi potong pahat finishing harus poles (dihoning) dengan oil stone.

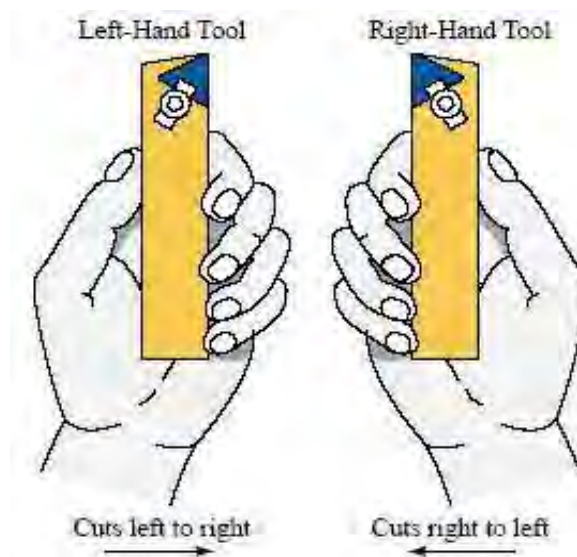
c) Menurut Letak Sisi Potongnya

Pahat bubut menurut letak sisi potongnya, terdapat dua jenis yaitu pahat bubut kanan dan kiri (Gambar 1.57).

- Pahat Kanan

  Pahat kanan adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekanan apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan benda kerja dari arah kanan ke arah kiri, atau menuju kearah kepala tetap/ cekam.

- Pahat Kiri

  Pahat kiri adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekiri apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk untuk mengerjakan benda kerja dari arah kiri ke arah kanan, atau menuju kearah kepala lepas.

Gambar 2.57. Pahat bubut kanan dan kiri

d) Menurut Fungsi

Menurut fungsinya, pahat bubut terdapat enam jenis yaitu, pahat bubut rata, sisi/ muka, potong, alur, champer dan ulir.

- Pahat Rata

  Pahat bubut jenis ini digunakan untuk membubut permukaan rata pada bidang memanjang. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan pahat dari ujung luar benda kerja kearah cekam atau sebaliknya tergantung pahat kanan atau kiri.

- Pahat Sisi/ Muka

  Pahat bubut jenis ini yang digunakan untuk membubut pada permukaan benda kerja. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan dari tengah benda kerja kearah keluar atau sebaliknya tergantung dari arah putarannya.

- Pahat Potong

  Pahat jenis ini digunakan khusus untuk memotong suatu benda kerja hingga ukuran panjang tertentu.

- Pahat Alur

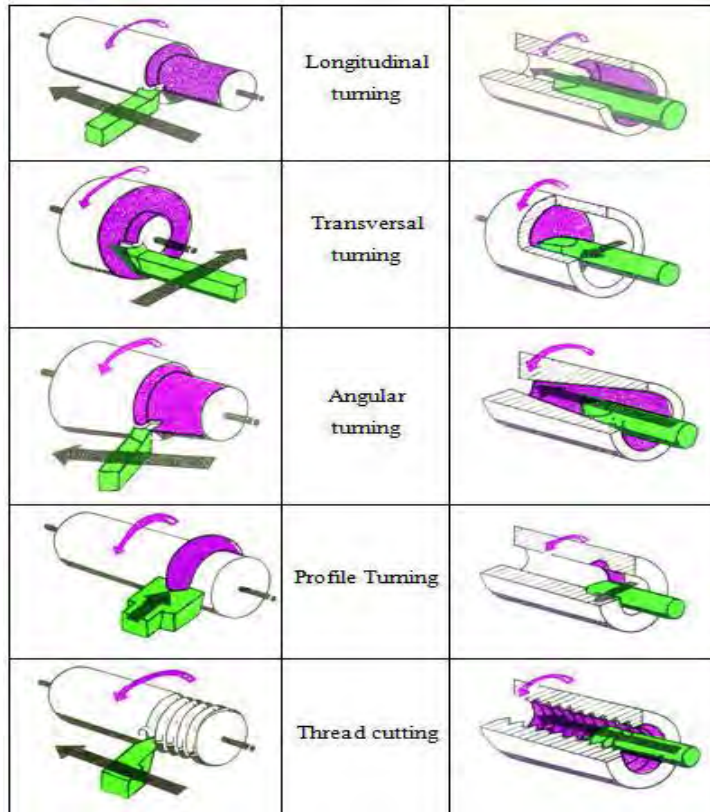
  Pahat jenis ini digunakan untuk membentuk profil alur pada permukaan benda kerja. Bentuk tergantung dari pahat alur yang digunakan.

- Pahat Champer

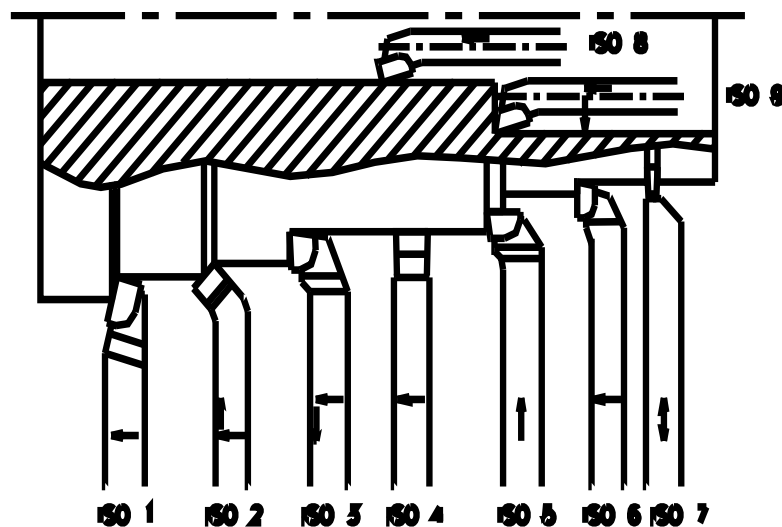
  Pahat jenis ini digunakan untuk menchamper pada ujung permukaan benda kerja. Besar sudut champer pada umumnya 45^{o}

- Pahat Ulir

  Pahat jenis ini digunakan untuk membuat ulir pada permukaan benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar.

  Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut dapat dilihat pada (Gambar 2.58).

Gambar 2.58. Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut

5) ahat Bubut Standar ISO

Jenis pahat bubut menurut standar ISO, terdapat 9 (sembilan) type diantaranya: ISO 1, ISO 2, ISO 3, ISO 4, ISO 5, ISO 6, ISO 7, ISO 8 dan ISO 9. Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut standar ISO dapat dilihat pada (Gambar 2.59).

Gambar 2.59. Ilustrasi penggunaan berbagai jenis pahat bubut standar ISO

Keterangan:

- Pahat ISO 1

  Pahat ISO 1 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*sebesar 75°. Pada umumnya pahat jenis ini digunakan untuk membubut pengasaran yang hasil sudut bidangnya tidak memerlukan siku atau 90°.

- Pahat ISO 2

  Pahat ISO 2 digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan permukaan/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 45°. Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (debured).

- Pahat ISO 3

  Pahat ISO 3 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping *(plane angle)* sebesar 93°. Pada proses pembubutan melintang tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang siku (90°) pada sudut bidangnya, yaitu dengan cara menggerakan pahat menjahui sumbu senter.

- Pahat ISO 4

  Pahat ISO 4 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 0°.Pahat jenis ini pada umumnya hanya digunakan untuk proses finising.

- Pahat ISO 5

  Pahat ISO 5 digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 0°. Jenis pahat ini pada umumnya hanya digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja atau memfacing.

- Pahat ISO 6

  Pahat ISO 6 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasilsudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 90°, sehingga padaproses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil

sudut bidangnya dikehendaki siku (90º) pahatnya tidak perlu digerakkan menjahui sumbu senter.

- Pahat ISO 7

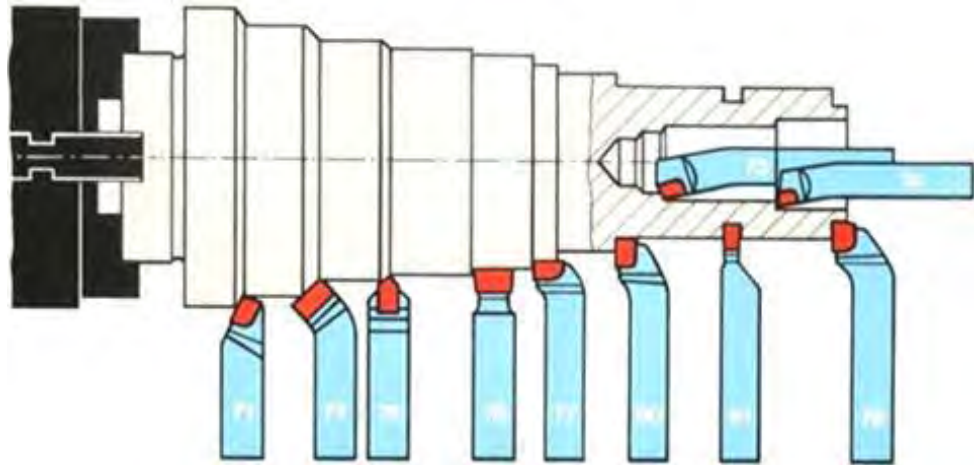
  Pahat ISO 7 digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar0º. Pahat jenis ini dapat juga digunakan untuk memotong pada benda kerja yang memilki diameter nominal tidak lebih dari dua kali lipat panjang mata pahatnya.
- Pahat ISO 8

  Pahat ISO 8 digunakan untuk proses pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 75º.
- Pahat ISO 9

  Pahat ISO 9 digunakan untukproses pembesaran lubang tidak tembus dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 95º.

6) Pahat Bubut Standar DIN

Jenis pahat bubut menurut standar DIN, terdapat 10 (sepuluh) type yaitu: DIN 4971, DIN 4972, DIN 4973, DIN 4974, DIN 4975, DIN 4976, DIN 4977, DIN 4978, DIN 4980 dan DIN 4981 (Gambar 2.60a). Aplikasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut standar DIN dapat dilihat pada (Gambar 2.60b).

Gambar 2.60a. Macam-macam pahat bubut standar DIN

Gambar 2.60b. Ilustrasi penggunaan berbagai jenis pahat bubut standar DIN

Keterangan:

- Pahat DIN 4971

  Pahat DIN 4971 fungsinya sama dengan pahat ISO 1, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 75°. Pada umumnya pahat jenis ini digunakan untuk membubut pengasaran yang hasil sudut bidangnya tidak memerlukan siku atau 90°.

- Pahat DIN 4972

  Pahat DIN 4972 fungsinya sama dengan pahat ISO 2, yaitu digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan permukaan/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 45°. Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam *(debured).*

- Pahat DIN 4973

  Pahat DIN 4973 fungsinya sama dengan pahat ISO 8, yaitu digunakan untuk proses pembesaran lubang tembusdengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 75°.

- Pahat DIN 4974

  Pahat DIN 4974 fungsinya sama dengan pahat ISO 9, yaitu digunakan untuk proses pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut *bidangnya (plane angle)* sebesar 95°.

- Pahat DIN 4975

  Pahat DIN 4975 digunakan untuk pembubutan finising arah memanjang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle*) sebesar 45º. Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam *(debured).*

- Pahat DIN 4976

  Pahat DIN 4976 fungsinya sama dengan pahat ISO 4, yaitu digunakan proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 0º. Pahat jenis ini pada umumnya hanya digunakan untuk proses finising.

- Pahat DIN 4977

  Pahat DIN 4977 fungsinya sama dengan pahat ISO 5, yaitu digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 0º. Jenis pahat ini pada umumnya hanya digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja atau memfacing.

- Pahat DIN 4978

  Pahat DIN 4978 fungsinya sama dengan pahat ISO 3, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (plane angle) sebesar 93º. Pada proses pembubutan melintang tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang siku (90º) pada sudut bidangnya, yaitu dengan cara menggerakan pahat menjahui sumbu senter.

- Pahat DIN 4980

  Pahat DIN 4980 fungsinya sama dengan pahat ISO 6, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasilsudut bidangnya (plane angle) sebesar 90º, sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil sudut bidangnya dikehendaki siku (90º) pahatnya tidak perlu digerakkan menjahui sumbu senter.

- Pahat DIN 4981

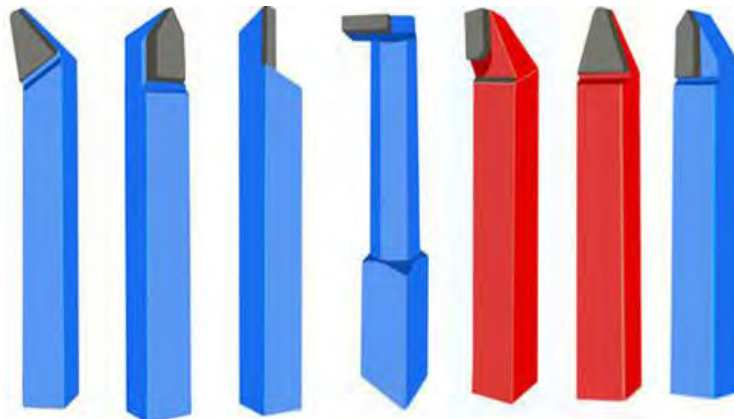
  Pahat DIN 4981 fungsinya sama dengan pahat ISO 7, yaitu digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 0º. Pahat jenis ini dapat juga digunakan untuk memotong pada benda kerja yang memilki diameter nominal tidak lebih dari dua kali lipat panjang mata pahatnya.

7) **Macam-macam Pahat Bubut Sisipan *(inserts Tips).***

Sesuai perkembangan dan kebutuhan pekerjaan dilapangan, pahat bubut sisipan *(inserts Tips)*pengikatan dibrasing dan diklem/ dibaut.

a) **Pahat bubut sisipan *(inserts tips)* pengikatan dibrasing**

Pahat bubut sisipan *(inserts Tips)* pengikatan dibrasing (Gambar 2.61), pembuatannya hanya pada bagian ujung yang terbuat dari pahat bubut sisipan, kemudian diikatkan dengan cara dibrassing pada ujung badan/ bodi. Contoh macam-macam bentuk pahat bubut sisipan yang sudah dibrasing pada tangkai/ bodinya dapat dilihat pada (Gambar 2.62).

Gambar 2.61. Macam-macam pahat bubut sisipan *(insert tips)* pengikatan dibrasing

Gambar 2.62. Contoh macam-macam bentuk pahat Bubut sisipan yang sudah dibrasing pada tangkai/ bodinya

b) **Pahat bubut sisipan *(inserts tips)* pengikatan diklem/ dibaut**

Pahat bubut sisipan *(inserts tips)* pengikatan diklem/ dibaut (Gambar 2.63), pengikatannya yaitu dengan cara pahat bubut sisipan klem/ dibaut diselipkan pada pemegang/ holder.Contoh macam-macam pahat bubut

sisipan pengikatan diklem/ dibaut terpasang pada pemegannya untukpembubutan bidang luar dapat dilihat pada (Gambar 2.64) dan terpasang pada pemegannya untuk pembubutanbidang dalam dapat dilihat pada (Gambar 2.65) .

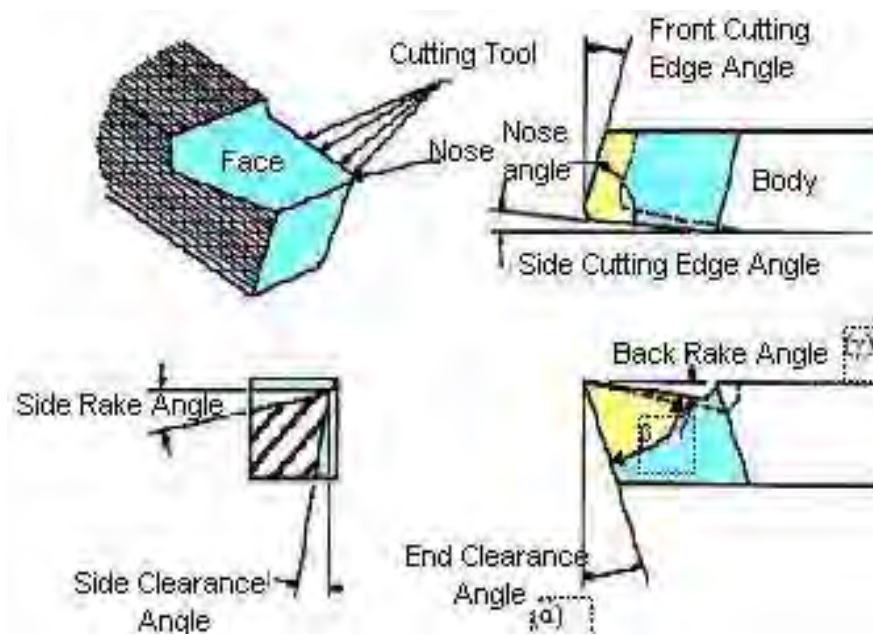
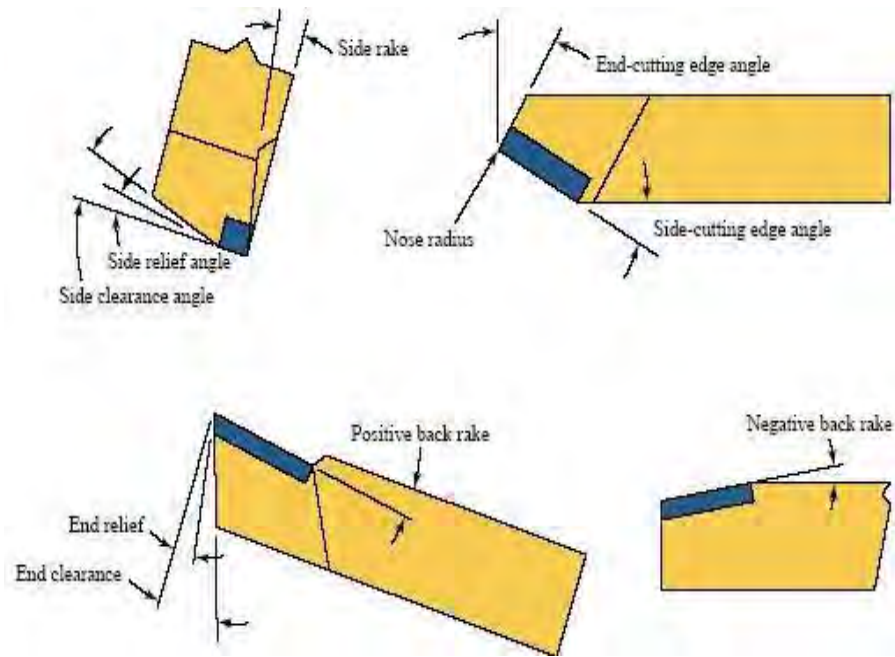
Gambar 2.63. Pahat bubut sisipan *(inserts tips)* pengikatan diklem/ dibaut

Gambar 2.64. Pahat bubut sisipan pengikatan diklem/ dibaut terpasang pada pemegangnya untuk pembubutan bagian luar

Gambar 2.65. Pahat bubut sisipan pengikatan diklem/ dibaut terpasang pada pemegannya untuk pembubutan bagian dalam

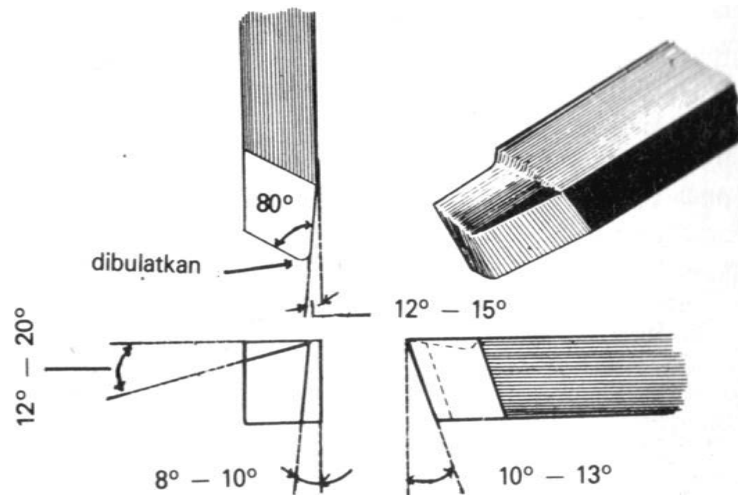
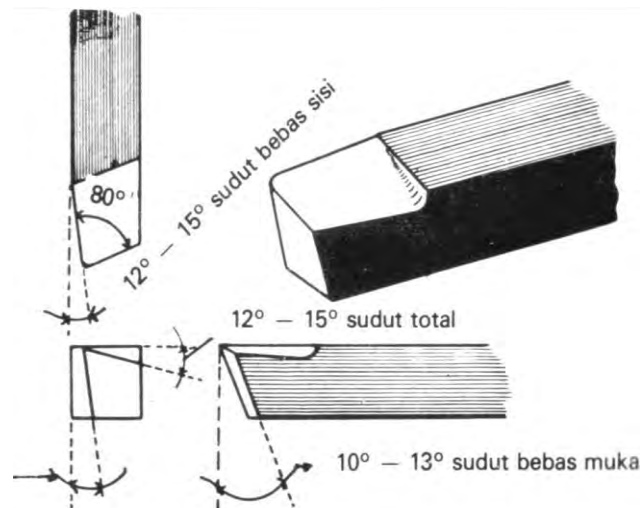
Bentuk dan pengkodean pahat sisipan dan pemegang pahatnya sudah distandarkan. Tabel pahat sisipan dan pengkodean pemegang pahat standar ISO dapat dilihat pada lampiran.

8) Geometris Pahat Bubut

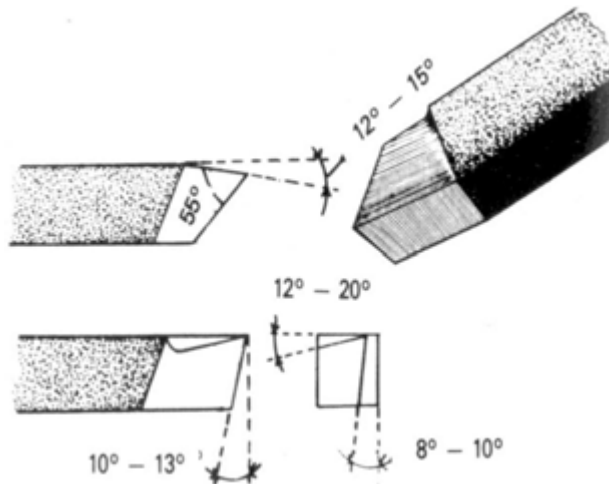
Nama-nama geometris yang terdapat pada pahat bubut meliputi: sudut potong samping *(side cutting edge angle),* sudut potong depan *(front cutting edge angle),* sudut tatal *(rake angle),* sudut bebas sisi *(side clearance angle),* dan sudut bebes depan *(front clearance angle).*

Gambar 2.66. Geometris pahat bubut HSS

Gambar 2.67. Geometris pahat bubut insert

Besarnya sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat tergantung dari jenis bahan/material yang akan diproses pembubutan, karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemebubutan dan performa pahat. Berikut diuraikan besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat bubut jenis HSS.

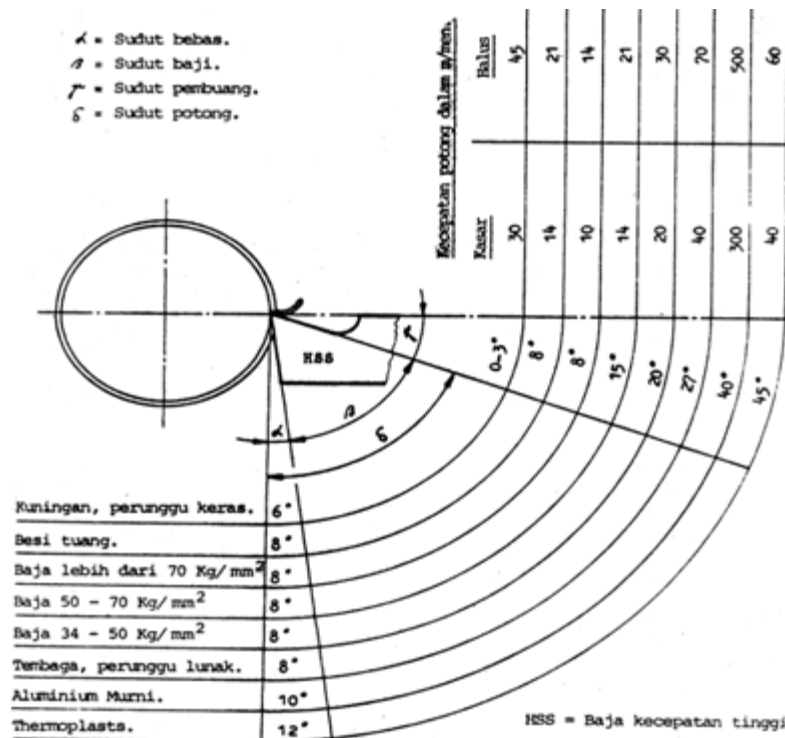
a) Pahat Bubut Rata

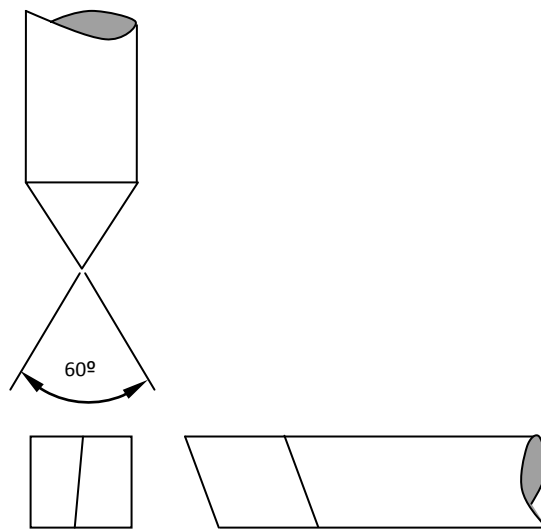
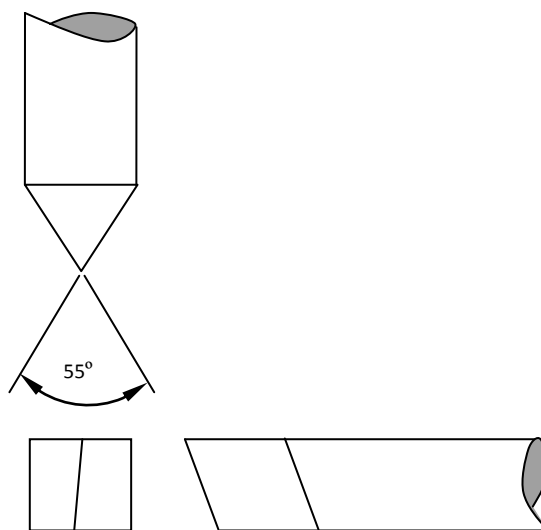
Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak *(mild steel),* pahat bubut rata memilki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong total 80º, sudut potongsisi samping *(side cutting adge angle)* 12º ÷ 15º, sudut bebas tatal *(side rake angle)* 12º ÷ 20º , sudut bebas muka *(front clearance angle)* 8º ÷ 10º dan sudut bebas samping *(side clearance angle)*10º ÷ 13º. Geometris pahat bubut rata kanan dapat dilihat pada (Gambar 2.68) dan pahat bubut rata kiri dapat dilihat pada (Gambar 2.69).

Gambar 2.68. Geometris pahat bubut rata kanan

Gambar 2.69. Geometris pahat bubut rata kiri

b) Pahat Bubut Muka/ Facing

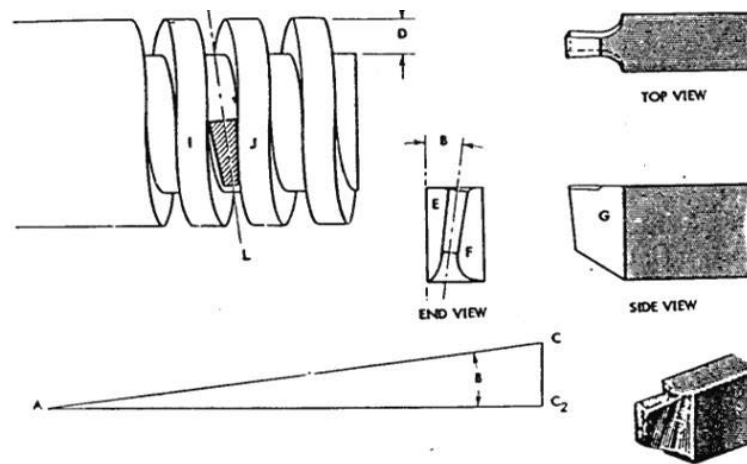
Untuk proses pembubutan muka/ facing pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak *(mild steel),* pahat bubut muka memilki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong55º, sudut potong sisi samping *(side cutting adge angle)* 12º ÷ 15º, sudut bebas tatal *(side rake angle)* 12º ÷ 20º , sudut bebas muka *(front clearance angle)* 8º ÷ 10º dan sudut bebas samping *(side clearance angle)* 10º ÷ 13º. Geometris pahat bubut muka/ facing dapat dilihat pada (Gambar 2.70).

Gambar 2.70. Pahat bubut muka/ facing

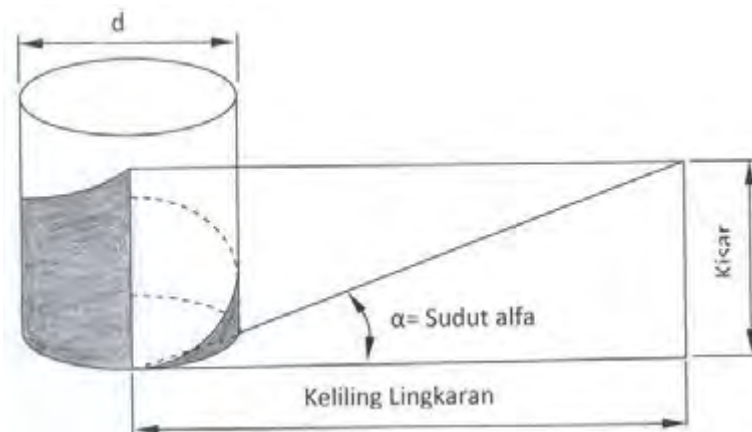
Besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan lainnya yang ditunjukkan pada gambar diatas adalah berdasar pada pengalaman empiris, selain itu berikut ditampilkan tabel petunjuk penggunaan sudut potong dan sudut-sudut kebebasan lainnya berdasarkan jenis bahan/ material yang akan dikerjakan. (Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Penggunaan sudut tatal dan sudut bebas pahat bubut

c) **Pahat Bubut Ulir Segitiga**

Pembuatan ulir segitiga yang sering dilakukan pada mesin bubut yang pada umumnya adalah jenis ulir metris (M) dan *withwort* (W). Jenis ulir metris memiliki sudut puncak ulir sebesar 60° (Gambar 2.71) dan ulir *withwort* 55° (Gambar 2.72). Besarnya sudut pahat bubut ulir harus disesuaikan dengan jenis ulir yang akan dibuat dan sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.

Gambar 2.71. Pahat bubut ulir metris (60º)

Gambar 2.72. Pahat bubut ulir*withwort* (55º)

d) Pahat Bubut Ulir Segi Empat

Seperti halnya pahat bubut ulir segitiga, besaran sudut-sudut kebebasan pahat bubut ulir segi empat tergantung dari kisar/ gang yang akan dibuat (Gambar 2.73). Lebar pahat untuk ulir yang tidak terlalu presisi penambahannya sebesar 0,5 mm. Sedangkan untuk sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.

Gambar 2.73. Pahat bubut ulir segi empat

Untuk mendapatkan sudut bebas sisi samping pahat bubut ulir yang standar, sebelum melakukan penggerindaan atau pengasahan sudut-sudut kebebebasanya harus dihitung terlebih dahulu sesuai kisar/gang ulir yang dibuat agar supaya mendapatkan sisi potong dan sudut kebebasan yang baik. Sebagai ilustrasi, sebuah ulir apabila dibentangkan dari titik awalnya, maka akan membentuk sebuah segitiga siku-siku (2.74).

Gambar 2.74. Ilustrasi bentangan ulir

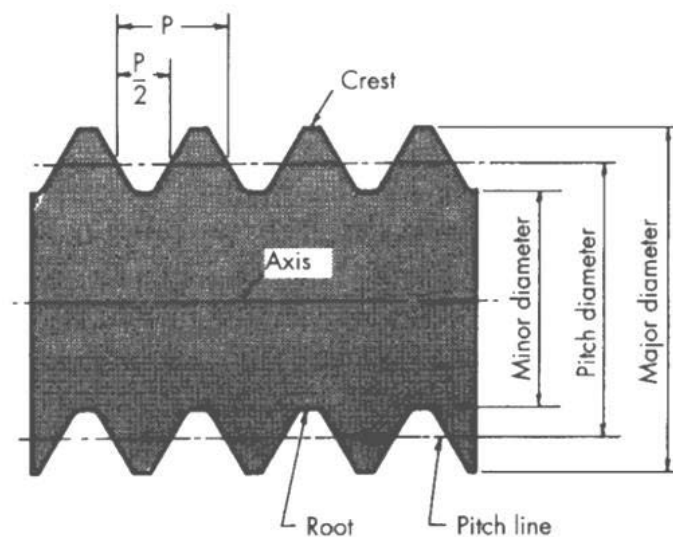
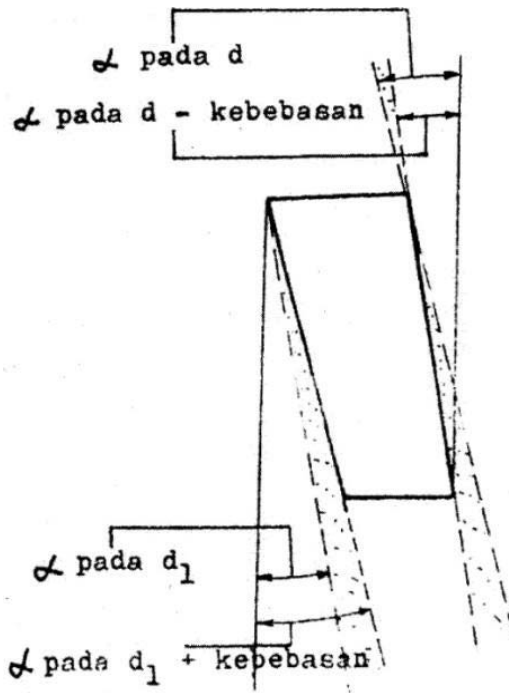
Berdasarkan gambar tersebut diatas, sudut uliran atau kisarnya dapat dicari dengan rumus:

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{\text{Kisar}}{\text{Keliling Lingkaran}}$$

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{P}{\pi . d}$$

Pada saat penyayatan, sisi depan pahat ulir dibatasi oleh sisi uliran pada diameter terkecil/*minor diameter* (d1) dan sisi belakangnya dibatasi oleh sisi uliran pada diameter terbesarnya/ mayor diameter (d) - (Gambar 2.75). Dengan demikian, agar pahat ulir tidak terjepit pada saat digunakan perlu adanya penambahan sudut kebebasan pada saat penggerindaan yaitu masing-masing sisi ditambah antara 1º ÷ 3º (Gambar 2.76), sehingga didapat:

› Sudut bebas sisi depan:
  Sudut kisar pada diameter terkecil (d_1) + Kebebasan = α pada d_1+ 1º

› Sudut bebas sisi belakang:
  Sudut kisar pada diameter terbesar (d) + Kebebasan = α pada d - 1º

Gambar 2.75. Dimensi ulir segitiga

Gambar 2.76. Penambahan Sudut Kebebasan

Contoh:

Akan dibuat sebuah ulir Metrik M30x3. Sudut kebebasan sisi depan dan belakangnya adalah:

- Sudut kisar pada d_1:

  $\text{tg}\,\alpha = \frac{P}{\pi . d_1}$

  $\text{tg}\,\alpha = \frac{3}{3{,}14 . 27}$

  $\alpha = 2^{\circ}\, 1'35{,}78''$

  Maka sudut kebasan sisi depan= $2^{\circ}\, 1'35{,}78'' + 1^{\circ} = 3^{\circ}\, 1'35{,}78'' \approx 3^{\circ}$

- Sudut kisar pada d:

  $\text{tg}\,\alpha = \frac{P}{\pi . d}$

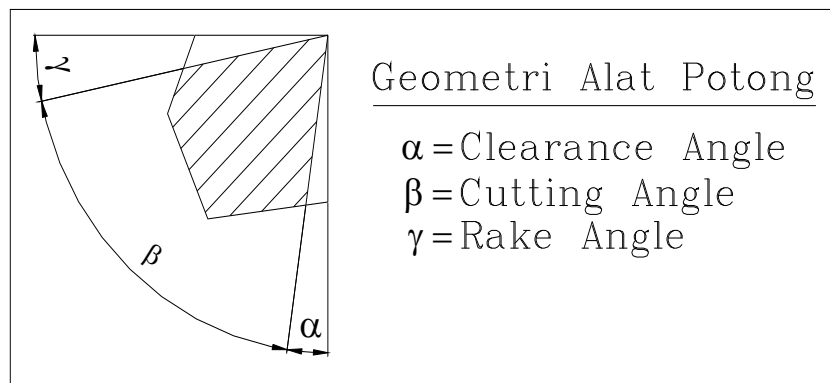
  $\text{tg}\,\alpha = \frac{3}{3{,}14 . 30}$

  $\alpha = 1^{\circ}\, 50'51{,}4''$

  Maka sudut kebasan sisi belakang= $1^{\circ}\, 50'51{,}4'' - 1^{\circ} = 50' \approx 1^{\circ}$

9) Perubahan Geometri Sudut Pahat

Untuk mendapatkan hasil pembubutan yang baik, pemasangan pahat bubut selain harus kuat dan aman juga ketinggiannya harus setinggi pusat senter agar tidak terjadi perubahan geometri pada pahat bubut. Posisi ketinggian pahat bubut terhadap pusat senter benda kerja mempunyai pengaruh besar terhadap geometri sudut potong utamanya, misalkan posisi tepat pada pusat senter, di bawah pusat senter, atau di atas pusat senter.

Geometri awal yang kita buat akan terpenuhi apabila kita menempatkan pahat tepat pada pusat senter dari putaran benda kerja. Apabila kita salah

bebas dan sudut garuk/buang tatal akan saling berlawanan, apabila sudut gama (γ) membesar maka sudut alfa (α) akan mengecil dan sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh kelengkungan dari diameter benda kerja. Besarnya perubahan sudut gama (γ) dan alfa (α) tergantung dari penyimpangan terhadap pusat senter, dan diameter dari benda kerja. Perubahan ini jelas tidak kita harapkan karena akan mempengaruhi proses dan hasil.

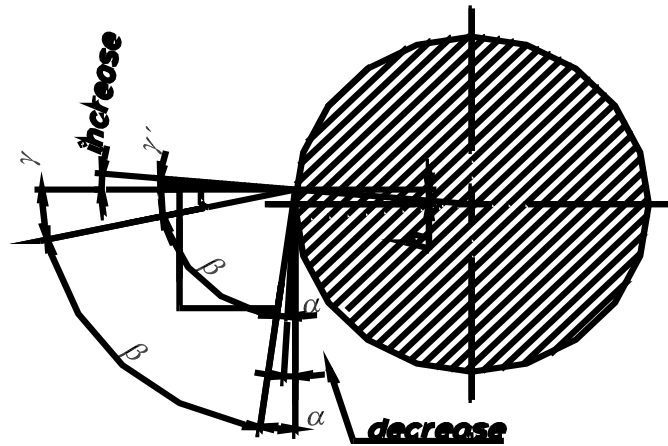
Adapun kemungkinan perubahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

a) Pembubutan Luar

- Ketinggian pahat bubut diatas pusat senter benda kerja

  Pada kondisi ini ada perubahan sudut yaitu:

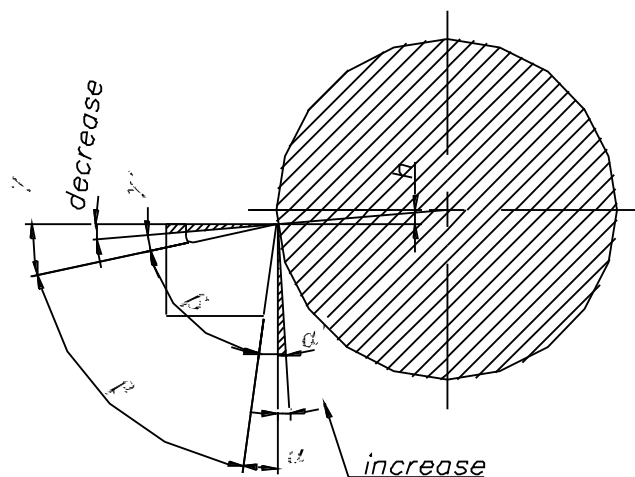
  › Sudut bebas (α), menjadi lebih kecil.

  › Sudut garuk (γ), menjadi lebih besar.

Gambar 2.78. Ketinggian pahat bubut diatas pusat senter benda kerja

- Ketinggian pahat dibawah pusat senter benda kerja

  Pada kondisi ini ada perubahan geometrisnya sebagai berikut:

  › Sudut bebas (α), menjadi lebih besar.

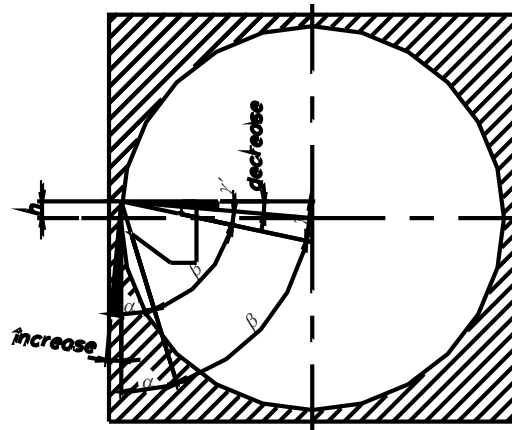
  › Sudut garuk (γ), menjadi lebih kecil.

Gambar 2.79. Ketinggian pahat bubut dibawah pusat senter benda kerja

b) Pembubutan Dalam

- Ketinggian pahat diatas pusat senter benda kerja

  Pada kondisi ini ada perubahan geometrisnya sebagai berikut:

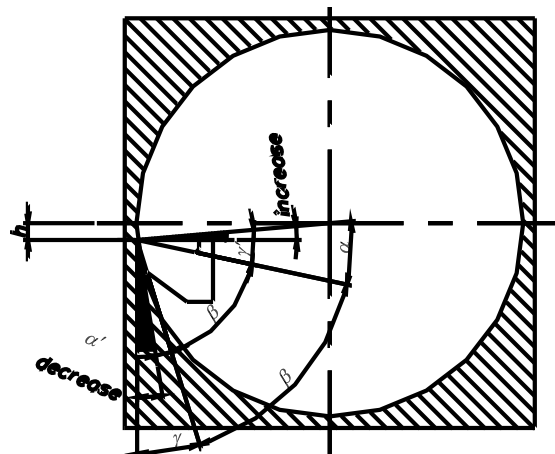
  › Sudut bebas (α), menjadi lebih besar.

  › Sudut garuk (γ), menjadi lebih kecil.

Gambar 2.80. Ketinggian pahat bubut diatas pusat senter benda kerja

- Ketinggian pahat dibawah pusat senter benda kerja

  Pada kondisi ini ada perubahan geometrisnya sebagai berikut:

  › Sudut Bebas (α), menjadi lebih kecil.

  › Sudut Garuk (γ), menjadi lebih besar.

Gambar 2.81. Ketinggian pahat bubut dibawah pusat senter benda kerja

10) Kerusakan Pada Pahat Bubut.

Pahat bubut dikatakan rusak atau tidak dapat difungsikan sebagai mana mestinya, apabila telah terjadi perubahan pada geometri sudut potongnya terutama pada sudut kebebasan potong (α), sudut potong/ baji (β) dan sudutbuang tatal ((γ)) atau perubahan bentuk yang akan mengganggu proses pengerjaan. Ketika pahat tersebut sudah mengalami perubahan geometri sudut potong, maka proses pengerjaan menjadi tidak maksimal, seperti: kualitas permukaan kasar, beban motor penggerak dan pahat menjadi lebih berat, akan terjadi panas yang berlebihan akibat gesekan antara pahat dan benda kerja, proses pembubutan menjadi lebih lama, dan bisa mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal terhadap benda kerja atau mesin.

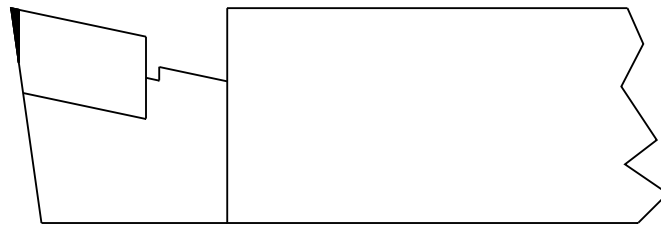
Ada bebeberapa kerusakan yang terjadi pada pahat bubut, yang secara visual dapat terlihat diantaranya:

a) Radius Pada Ujung

Pembentukan radius pada ujung pahat (Gambar 2.82), merupakan kerusakan yang wajar terjadi disebabkan oleh frekuensi pemakaian yang sudah melebihi ambang tool life pahat tersebut. Tool life pahat tidak selalu sama tergantung dari proses pengerjaan yang menyangkut penggunaan feed, cutting speed, dan material benda kerja. Oleh karena itu di butuhkan per ... ancar.

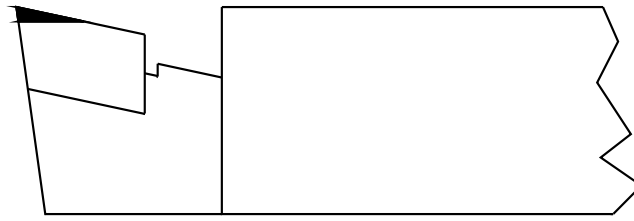
Gambar 2.82. Pembentukan radius pada ujung pahat

b) Keausan Pada Bidang Bebas Muka

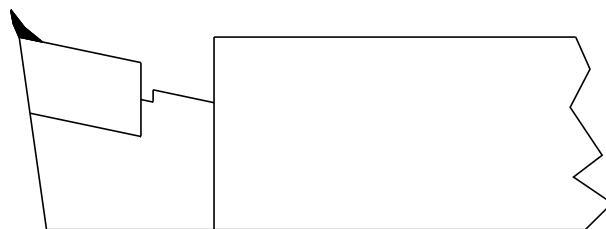
Keausan pada bidang bebas muka (Gambar 2.83), dapat disebabkan oleh pemakaian feed yang terlalu besar, atau sudut bebasnya (α) terlalu kecil , sehingga terjadi pergesekan antara pahat dan benda kerja. Hal ini dapat dihindari dengan memperbesar sudut bebas atau memperkecil feed. Andaikan dalam kondisi ini pahat masih terus dipakai maka yang akan terjadi ada

Gambar 2.83. Keausan pada bidang bebas muka

c) Keausan Pada Bidang Potong

Keausan pada bidang potong (Gambar 2.84), disebabkan panas yang berlebihan *(over heat).* Panas yang timbul dari hasil penyayatan dibawa oleh chips dan disalurkan ke pahat melalui bidang garuk tersebut. Hal ini bisa disebabkan oleh pemakaian cutting speed yang terlalu tinggi, dan juga sistim pendinginan yang kurang baik, sehingga panas yang muncul berlebihan dan tidak dapat dihantarkan atau dinetralisir dengan sempurna.

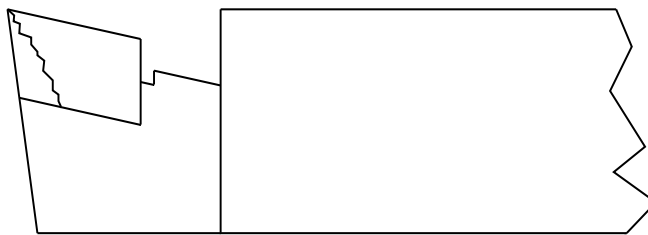
Keausan ini akan menyebabkan berubahnya nilai sudut potong, tingkat kesesuaian antara geometri sudut dan material akan berubah pula pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas dari benda kerja. Hal ini dapat dicegah dengan penggunaan cutting speed yang sesuai dan pendinginan yang baik.

Gambar 2.84. Keausan pada bidang potong

d) *Built Up Cutting Edges*

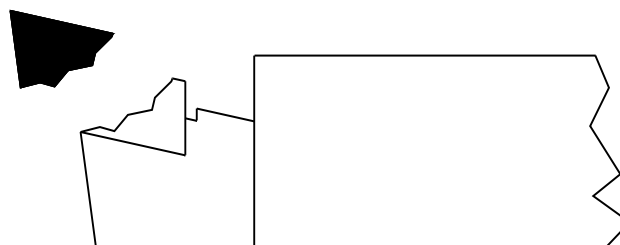
Built up cutting edge adalah lelehan material benda kerja yang menempel pada ujung pahat (Gambar 2.85), lelehan ini menjadi dingin dan mengeras sehingga berfungsi sebagai mata potong yang baru. Akibat yang ditimbulkan adalah perubahan sisi potong utama yang berarti juga perubahan geometri sudut potongnya ukuran awal pahat dan center dari pahat akan berubah. Hal ini biasanya terjadi pada material yang lunak seperti mild steel atau Aluminium. Masalah ini bisa dihindari dengan memperbesar sudut buang tatal (γ) supaya alirannya chipnya lancar atau mengurangi cutting speednya. Bisa juga dengan menggunakan pendingin khusus untuk mencegah chip melekat pada pahat dan permukaan benda kerja bisa lebih halus misalnya untuk pengerjaan aluminium menggunakan pendingin mi:

Gambar 2.85. Lelehan material benda kerja
yang menempel pada ujung pahat

e) Keretakan Pada Pahat Bubut Sisipan/ Tip Carbide

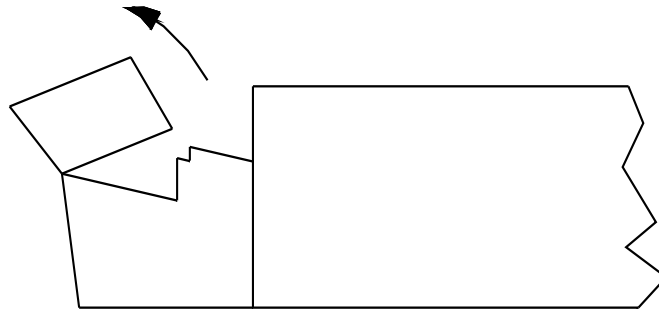
Keretakan pada tip carbide (Gambar 2.86), lebih disebabkan karena panas berlebihan *(over heat)* dengan pendinginan yang tidak kontinyu atau

mendadak. Tip carbide tidak mampu menahan perubahan suhu yang besar dan mendadak. Perubahan itu memacu proses pemuaian dan penyusutan dalam range yang besar dan dalam waktu yang singkat. Untuk menghindarinya cukup dengan pemberian pendingin yang tepat dan teratur. Hal ini bisa juga disebabkan kerena bagian bawah tip carbide tidak menump atau proses br

Gambar 2.86. Keretakan pada tip carbide

f) Tip Carbide Pecah

Kelemahan yang paling utama dari pahat carbide adalah ketidak mampuan untuk menahan beban kejut *(impact load)*. Jika pahat carbide menerima beban kejut diluar kemampuannya maka akan pecah (Gambar 2.87). Hal lain juga bisa disebabkan beban berlebih karena kedalaman pemakanan, feed, atau cutting speed yang berlebihan. Selain tidak mampu menerima beban kejut tip carbide juga tidak mampu menahan beban tarik, jadi bisa juga pecahr ja.

Gambar 2.87. Tip carbide pecah

g) Tip Carbide Lepas

Lepasnya tip carbide ini lebih disebabkan karena sistim pengikat antara tip hasil brassing dan holdernya kurang baik, atau bisa juga disebabkan oleh beban lebih *(over load)* yang menyebabkan lepasnya sistim pengikat yang a

Gambar 2.88. Tip Carbide lepas

11) Pemilihan Pahat Bubut

Pertimbangan dalam memilih pahat bubut yang akan digunakan sebaiknya mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya:

- Bahan/ material benda kerja

  Kwalitas bahan pahat bubut harus memililki siafat keras, ulet, tahan gesek, tahan aus dan tahan beban kejut.

- Kecepatan potong (*Cutting speed - Cs)*

  Makin tinggi kecepatan potong yang ditetapkan, alat potong harus mempunyai sifat tahan panas yang baik.

- Kualitas permukaan *(Surface Quality)*

  Semakin bagus kualitas permukaan yang dituntut, alat potong harus mempunyai sifat tahan aus yang baik.

- Frekuensi penggunaan

  Semakin sering digunakan, alat potong harus mempunyai sifat tahan terhadap keausan.

- Ekonomis

Pertimbangan ekonomis, harga semakin murah tapi kualitas semaksimal mungkin.

3. **Rangkuman**

Macam Alat Potong Pada Mesin Bubut:

Selain pahat bubut, terdapat bebeberapa macam alat potong yang digunakan pada mesin bubut diantaranya:

- **Bor Senter (*Centre drill)***

  Bor senter adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang senter pada ujung permukaan benda kerja. Jenis bor senter ada tiga yaitu: bor senter standar (*standar centre driil)*, bor senter dua mata sayat (*safety type centre drill)* dan bor senter mata sayat radius (*radius form centre drill)*.

- **Mata Bor *(Twist Drill)***

  Mata bor adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang pada benda pejal. Dalam membuat diameter lubang bor dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu tergantung dari diameter mata bor yang digunakan.

- **Kontersing *(Countersink)***

  Kontersing (*Countersink)* adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat champer pada ujung lubang agar tidak tajam atau untuk membuayt champer pada ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.

  Apabila dilihat dari tangkainya, kontersing dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu kontersing tangkai lurus dan kontersing tangkai tirus.

  Apabila dilihat dari jumlah mata sayatnya, kontersing dapat dibagi menjadi enam jenis yaitu: kontersing mata sayat satu, kontersing mata sayat dua, kontersing mata sayat tiga, kontersing mata sayat empat, kontersing mata sayat lima, dan kontersing mata sayat enam.

- **Konterbor (*Counterbor)***

  Konterbor (*counterbor)* adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang bertingkat. Hasil lubang bertingkat berfungsi

sebagai dudukan kepala baut L. Jenis alat ini apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu konterbor tangkai lurus. Apabila dilihat dari sisi ujung mata sayatnya, alat ini juga terbagi menjadi dua yaitu, konterbor dengan pengarah dan konterbor tanpa pengarah.

- **Rimer Mesin *(Reamer Machine)***

  Rimer mesin adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk memperhalus dan memperbesar lubang dengan toleransi dan suaian khusus sesuai tuntutan pekerjaan, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu. Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara 0,15 ÷ 0,25 mm dan untuk lubang diameter 10 mm keatas, dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara 0,25 ÷ 0,60 mm.

- **Kartel *(Knurling)***

  Kartel *(knurling)* adalah suatu alat pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat alur-alur melingkar lurus atau silang pada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam. Tujuan pengkartelan bagian luar adalah agar permukaan bidanng tidak licin pada saat dipegang, contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar yang dipegang dengan tangan. Untuk pengkartelan bagian dalam tujuannya adalah untuk keperluan khusus, misalnya memperkecil lubang bearing yang sudah longgar.

  Bentuk/ profil hasil pengkartelan ada tiga jenis yaitu: belah ketupat/ intan, menyudut/ silang dan lurus.

Pahat Bubut:

Pahat bubut merupakan salahsatu alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tututan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan/ facing, rata, bertingkat, alur, champer, tirus, memperbesar lubang, ulir dan memotong.

- **Bahan Pahat Bubut:**

  Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong/ pahat bubut diantaranya: Tungsten/ Wolfram (W), Chromium (Cr), Vanadium (V), Molybdenum (Mo) dan Cobalt (Co).

  Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memilkiperforma yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan dll.

  Macam-macam pahat bubut dilihat dari jenis material/ bahan yang digunakanmeliputi: Baja karbon, Baja kecepatan tinggi (*High Speed Steels-HSS)*, Paduan cor nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides), Karbida (cemented carbides; hardmetals), Keramik (ceramics), CBN (cubic boron nitrides), dan Intan (sintered diamonds & natural diamond).

- **Proses Pembuatan Pahat Bubut**

  Untuk mendapatkan kualitas hasil produk pahat bubut yang standar, tahapan proses pembuatannya harus sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Tahapannya pembuatan pahat bubut sebagai berikut:

  - Proses *mixing*: Merupakan proses pencampuran (*mixing*) antara serbuk logam dengan bahan aditif.
  - Proses pembentukan *(forming)*: Proses pembentukan *(forming),* yaitu proses pemberian gaya-gaya kompaksi baik pada temperatur ruang *(cold compaction)* maupun pada temperatur tinggi *(hot compaction).* Proses *cold compaction* akan dilanjutkan dengan proses sintering, yaitu proses pemanasan yang dilakukan pada kondisi vakum sehingga diperoleh partikel-partikel yang bergabung dengan kuat.
  - Proses manufaktur: Proses manufaktur adalah proses pemesinan dalam rangka membentuk produk alat potong sesuai standar yang diinginkan.
  - Proses finishing: Proses finishing adalah proses mengahluskan bidang/ bagian tertentu agar kelihatan lebih menarik bila dilihat dari sisi tampilan, dengan tidak mempengaruhi spesifikasi.

- **Sifat Bahan/ Material Pahat Bubut**

  Secara garis besar ada empat sifat utama yang diperlukan untuk menjadi alat

potong yang memiliki kemampuan pemotongan/ performa yang baik. Adapun sifat-sifat yang dibutuhkan pada suatu alat potong antara lain sebagai berikut:

- Keras: Sifat paling utama yang dibutuhkan oleh alat potong adalah keras. Agar dapat memotong/menyayat bahan benda kerja/ material dengan baik, alat potongharus memilki sifat lebih keras dari benda kerja/ *row material*.
- Ulet/ liat: Sifat ulet sangat diperlukan pada suatu alat potong, terutama untuk mengatasi/ menetralisir adanya beban kejut dan getaran yang mungkin muncul sewaktu pemotongan/ penyayatan terjadi. Sifat ulet ini menyebabkan pahat mampu untuk mengalami pelenturan atau defleksi yang bersifat elastis
- Tahan Panas: Setiap alat potong pada saat digunakan untuk melakukan pemotongan/ penyayatan akan timbul panas, hal ini tarjadi karena adanya gesekan akibat pemotongan . Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong (cutting speed), kecepatan pemakanan (feed), kedalaman pemakanan (depth of cut), putaran mesin (Revolotion per menit – Rpm), jenisbahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin.
- Tahan aus: Keausan yang timbul pada mata sayat pahat bubut, dapat disebabkan terjadinya gesekan maupun getaran yang terjadi pada saat pemotongan/ penyayatan. Sifat tahan aus dapat diperbaiki dengan penambahan unsur paduan ataupun perbaikan pada geometri sudut pada pahat bubut.

- **Macam-macam Pahat Bubut berdasarkan klasifikasinya**

  Menurut Letak/Posisi Penyayatan:

  - Pahat bubut luar: Digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian luar.
  - Pahat bubut dalam: Digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian dalam.

  Menurut Keperluan Pekerjaan:

  - Pahat kasar *(roughing):* Selama diperlukan untuk proses pengerjaan kasar, pahat harus menyayat benda kerja dalam waktu yang sesingkat mungkin. Maka digunakan pahat kasar (*roughing)* yang konstruksinya dibuat kuat.

- Pahat Finishing: Apabila diinginkan hasil permukaan yang halus, sebaiknya digunakan pahat finishing. Ada dua jenis pahat finishing, yaitu pahat finishing titik dan pahat finishing datar. Pahat finishing titik mempunyai sisi potong bulat, sedang pahat finishing datar mempunyai sisi potong rata.

Menurut Letak Sisi Potongnya

- Pahat kanan: Pahat kanan adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekanan apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan benda kerja dari arah kanan ke arah kiri, atau menuju kearah kepala tetap/ cekam.
- Pahat kiri: Pahat kiri adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekiri apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk untuk mengerjakan benda kerja dari arah kiri ke arah kanan, atau menuju kearah kepala lepas.

Menurut Fungsi

- Pahat rata: Pahat bubut jenis ini digunakan untuk membubut permukaan rata pada bidang memanjang. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan pahat dari ujung luar benda kerja kearah cekam atau sebaliknya tergantung pahat kanan atau kiri.

• Pahat sisi/muka: Pahat bubut jenis ini yang digunakan untuk membubut pada permukaan benda kerja. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan dari tengah benda kerja kearah keluar atau sebaliknya tergantung dari arah putarannya.
• Pahat potong: Pahat jenis ini digunakan khusus untuk memotong suatu benda kerja hingga ukuran panjang tertentu.
• Pahat alur: Pahat jenis ini digunakan untuk membentuk profil alur pada permukaan benda kerja. Bentuk tergantung dari pahat alur yang digunakan.
• Pahat champer: Pahat jenis ini digunakan untuk menchamper pada ujung permukaan benda kerja. Besar sudut champer pada umumnya 45^o
• Pahat ulir: Pahat jenis ini digunakan untuk membuat ulir pada permukaan benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar.

- **Pahat Bubut Standar ISO:**

  Pahat bubut standar ISO terdapat 9 (sembilan) type diantaranya:

  - ISO 1: Digunakan untuk pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*75^o .
  - ISO 2: Digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* 45^o.
  - ISO 3: Digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (menjauh dari center) dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*93^o.
  - ISO 4: Digunakan untuk pembubutan memanjang dengan pemakanan kecil (finishing) dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*0^o.
  - ISO 5: Digunakan untuk pembubutan melintang menuju center dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* 0^o.
  - ISO 6: Digunakan untuk pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*90^o.
  - ISO 7: Digunakan untuk pembubutan alur menuju center dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*0^o.
  - ISO 8: Digunakan untuk pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)*75^o.
  - ISO 9: Digunakan untuk pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* 95^o.

- **Pahat Bubut Standar DIN:**

  Jenis pahat bubut menurut standar DIN, terdapat 10 (sepuluh) type yaitu:

  - Pahat DIN 4971: Digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 75^o.
  - Pahat DIN 4972F: Digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan permukaan/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 45^o.
  - Pahat DIN 4973: Digunakan untuk proses pembesaran lubang tembusdengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 75^o.
  - Pahat DIN 4974: Digunakan untuk proses pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 95o.
  - Pahat DIN 4975: Digunakan untuk pembubutan finising arah memanjang

dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 45º.

- Pahat DIN 4976: Digunakan proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya *(plane angle)* sebesar 0º.
- Pahat DIN 4977: Digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 0º.
- Pahat DIN 4978: Digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (plane angle) sebesar 93º.
- Pahat DIN 4980: Digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasilsudut bidangnya (plane angle) sebesar 90º, sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil sudut bidangnya dikehendaki siku (90º) pahatnya tidak perlu digerakkan menjahui sumbu senter.
- Pahat DIN 4981: Digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 0º.

- **Macam-macam Pahat Bubut Sisipan *(inserts Tips).***
  - Pahat bubut sisipan *(inserts tips):* Pahat jenis ini pengikatan dibrasing dan pembuatannya hanya pada bagian ujung yang terbuat dari pahat bubut sisipan, kemudian diikatkan dengan cara dibrassing pada ujung badan/ bodi.
  - Pahat bubut sisipan *(inserts tips):* Pahat jenis ini pengikatan diklem/ dibaut
  - Pahat bubut sisipan *(inserts tips)* pengikatan diklem/ dibaut, pengikatannya yaitu dengan cara pahat bubut sisipan klem/ dibaut diselipkan pada pemegang/ holder

- **Geometris Pahat Bubut**

  Nama-nama geometris yang terdapat pada pahat bubut meliputi: sudut potong samping *(side cutting edge angle),* sudut potong depan *(front cutting* [illegible] *angle),* sudut tatal *(rake angle),* sudut bebas sisi *(side clearance angle* [illegible] sudut bebes depan *(front clearance angle).* Besarnya sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat tergantung dari jenis bahan/ material yang akan diproses pembubutan, karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemebubutan dan

performa pahat. Berikut diuraikan besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat bubut jenis HSS.

- Pahat Bubut Rata:

  Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak *(mild steel),* pahat bubut rata memilki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong total 80º, sudut potong sisi samping *(side cutting adge angle)* 12º ÷ 15º, sudut bebas tatal *(side rake angle)* 12º ÷ 20º *,* sudut bebas muka *(front clearance angle)* 8º ÷ 10º dan sudut bebas samping *(side clearance angle)*10º ÷ 13º.

- Pahat Bubut Muka/ Facing

  Untuk proses pembubutan muka/ facing pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak *(mild steel),* pahat bubut muka memilki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong55º, sudut potong sisi samping *(side cutting adge angle)* 12º ÷ 15º, sudut bebas tatal *(side rake angle)* 12º ÷ 20º *,* sudut bebas muka *(front clearance angle)* 8º ÷ 10º dan sudut bebas samping *(side clearance angle)* 10º ÷ 13º.

- Pahat Bubut Ulir Segitiga

  Pembuatan ulir segitiga yang sering dilakukan pada mesin bubut yang pada umumnya adalah jenis ulir metris (M) dan *withwort* (W). Jenis ulir Metris memiliki sudut puncak ulir sebesar 60° dan ulir *Withwort* 55°. Besarnya sudut pahat bubut ulir harus disesuaikan dengan jenis ulir yang akan dibuat dan sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.

- Pahat Bubut Ulir Segi Empat

  Seperti halnya pahat bubut ulir segitiga, besaran sudut-sudut kebebasan pahat bubut ulir segi empat tergantung dari kisar/ gang yang akan dibuat. Lebar pahat untuk ulir yang tidak terlalu presisi penambahannya sebesar 0,5 mm.

Untuk mendapatkan sudut bebas sisi samping pahat bubut ulir yang standar, sebelum melakukan penggerindaan atau pengasahan sudut-sudut kebebebasanya harus dihitung terlebih dahulu sesuai kisar/gang ulir yang dibuat agar supaya mendapatkan sisi potong dan sudut kebebasan yang baik. Besarnya sudut-sudut kebebasan pada pahat ulir dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{\text{Kisar}}{\text{Keliling Lingkaran}}$$

$$\text{tg}\ \alpha = \frac{P}{\pi . d}$$

Agar pahat ulir tidak terjepit pada saat digunakan perlu adanya penambahan sudut kebebasan pada saat penggerindaan, yaitu masing-masing sisi ditambah antara $1^o \div 3^o$, maka:

› Sudut bebas sisi depan:
  Sudut kisar pada diameter terkecil (d_1) + Kebebasan = α pada $d_1 + 1^o$
› Sudut bebas sisi belakang:
  Sudut kisar pada diameter terbesar (d) + Kebebasan = α pada $d - 1^o$

- **Perubahan Geometri Sudut Pahat**

  Untuk mendapatkan hasil pembubutan yang baik, pemasangan pahat bubut selain harus kuat/kokoh juga ketinggiannya harus setinggi pusat senter agar tidak terjadi perubahan geometri pahat.

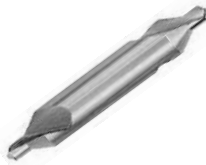
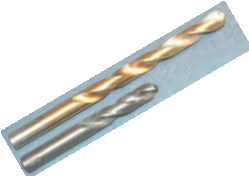
  Posisi pahat terhadap pusat senter dari putaran benda kerja mempunyai pengaruh pusat senter, di bawah pusat senter, atau di atas pusat senter. Geometri awal yang kita buat akan terpenuhi apabila kita menempatkan pahat tepat pada pusat senter dari putaran benda kerja. Apabila kita salah menyenterkan pahat (di atas atau di bawah pusat senter), maka akan terjadi perubahan pada geometri sudut bebas (α) dan sudut garuk (γ) sedangkan sudut badji (β) tidak terpengaruh sama sekali.

- Kerusakan Pada Pahat Bubut.

  Pahat bubut dikatakan rusak atau tidak dapat difungsikan sebagai mana mestinya, apabila telah terjadi perubahan pada geometri sudut potongnya terutama pada sudut kebebasan potong (α), sudut potong/ baji (β) dan

sudutbuang tatal ((γ)) atau perubahan bentuk yang akan mengganggu proses pengerjaan. Ketika pahat tersebut sudah mengalami perubahan geometrinya maka proses pengerjaan menjadi tidak maksimal, seperti: kualitas permukaan kasar, beban motor penggerak dan pahat menjadi lebih berat, akan terjadi panas yang berlebihan akibat gesekan antara pahat dan benda kerja, proses pembubutan menjadi lebih lama, dan bisa mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal terhadap benda kerja atau mesin.

Ada bebeberapa kerusakan yang terjadi pada pahat bubut, yang secara visual dapat terlihat diantaranya: radius pada ujung pahat, keausan pada bidang bebas muka, keausan pada bidang potong, *Built up cutting edge,* keretakan pada tip carbide, tip carbide pecah, dan tip carbide lepas.

- Pemilihan Pahat Bubut

  Pertimbangan dalam memilih pahat bubut yang akan digunakan sebaiknya mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya:

  - Bahan/ material benda kerja

    Pahat bubut harus lebih keras dari benda kerja yang akan dikerjakan

  - Kecepatan potong (*Cutting speed - Cs)*

    Makin tinggi kecepatan potong yang ditetapkan, alat potong harus mempunyai sifat tahan panas yang baik.

  - Kualitas permukaan *(Surface Quality)*

    Semakin bagus kualitas permukaan yang dituntut, alat potong harus mempunyai sifat tahan aus yang baik.

  - Frekuensi penggunaan

    Semakin sering digunakan, alat potong harus mempunyai sifat tahan terhadap keausan.

  - Ekonomis

    Pertimbangan ekonomis, harga semakin murah tapi kualitas semaksimal mungkin.

4. **Tugas**

Tugas Pertama:

Amati gambar macam-macam yang terdapat pada tabel dibawah, selanjutnya sebutkan nama dan jelaskan fungsi atau kegunaannya.

No	Gambar Alat Potong Pada Bubut Standar	Nama Alat	Fungsi
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			

14.			
15.			

Tugas Kedua:

1. Sebutkan lima unsur yang berpengaruh terhadap performa pahat bubut.
2. Sebutkan minimal lima jenis pahat bubut bila dilhat dari materialnya, dan jelaskan fungsinya
3. Pahat bubut memiliki empat sifat, sebutkan dan jelaskan apa yang dimaksud dengan sifat-sifat yang dimiliki pahat bubut tersebut!
4. Bila dilihat dari letak/posisi penyayatnnya pahat bubut ada dua jenis, sebutkan dan jelaskan penggunaannya.
5. Bila dilihat dari keperluan pekerjaan pahat bubut ada dua jenis, sebutkan dan jelaskan penggunaannya
6. Bila dilihat dari letak posisi alat potongnya pahat bubut ada dua jenis, sebutkan dan jelaskan penggunaannya
7. Bila dilihat dari fungsinya pahat bubut ada enam jenis, sebutkan dan jelaskan penggunaannya
8. Sebutkan minimal enam buah jenis pahat bubut standar ISO berikut fungsinya
9. Sebutkan minimal enam buah jenis pahat bubut standar DIN berikut fungsinya
10. Sebutkan material bahan pahat bubut minimal lima buah!
11. Hitung sudut kebebasn pahat ulir, untuk mengulir M20x2
12. Ketinggian pemasangan pahat bubut terhadap sumbu senter, akan berpengaruh terhadap geometrinya . Jelaskan perubahan geometri yang terjadi pada pahat bubut apabila:
    a. Pada saat pembubutan luar, ketinggiannya pahatnya dibawah sumbu senter.

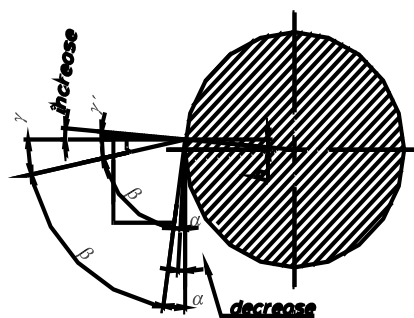
b. Pada saat pembubutan luar, ketinggiannya pahatnya diatas sumbu senter.
c. Pada saat pembubutan dalam, ketinggiannya pahatnya dibawah sumbu senter.
d. Pada saat pembubutan dalam, ketinggiannya pahatnya diatas sumbu senter.

5. **Tes Formatif**

Pilihan Ganda:

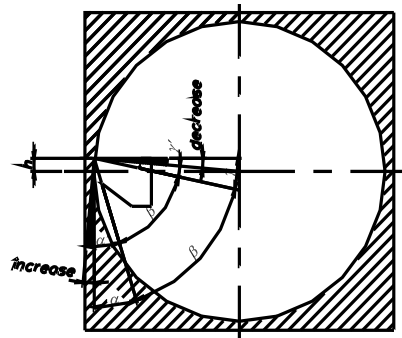
Jawablah soal dibawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dengan memberi **tanda (X).**

1. Sudut bebas (*clearence angle)* pada pahat bubut berfungsi untuk….
   a. Mempermudah penusukan/penyayatan
   b. Meningkatakan kekuatan alat potong
   a. Mencegah terjadinya gesekan antara alat potongdengan benda kerja secara berlebihan
   b. Mencegah terjadinya gesekan antara alat potong dengan benda kerja
2. Sudut potong (*cutting angle.)* pada pahat bubut berfungsi untuk….
   a. Mempermudah penusukan/penyayatan
   b. Meningkatakan kekuatan alat potong
   c. Mencegah terjadinya gesekan antara alat potongdengan benda kerja secara berlebihan
   d. Mencegah terjadinya gesekan antara alat potong dengan benda kerja
3. Sudut garuk (*rake angle)* pada pahat bubut berfungsi untuk….
   a. Mempermudah penusukan/penyayatan
   b. Meningkatakan kekuatan alat potong
   c. Mencegah terjadinya gesekan antara alat potongdengan benda kerja secara berlebihan
   d. Mencegah terjadinya gesekan antara alat potong dengan benda kerja
4. Jenis material alat potong/pahat bubut paling keras, yang digunakan untuk pengerjaan finishing dan presisi adalah….
   a. Baja perkakas paduan tinggi
   b. Baja Kecepatan Tinggi
   c. Diamond
   d. Keramik

5. Jenis pahat ISO yang berfungsi untuk pembesaran lubang tak tembus adalah…
   a. ISO 9
   b. ISO 8
   c. ISO 7
   d. ISO 6
6. Fungsi pahat ISO 7 adalah…
   a. Untuk pembubutan memanjang dengan plan angle 75^o.
   b. Untuk pembubutan memanjang dan melintang dengan plan angle 45^o.
   c. Untuk pembubutan memanjang dan melintang (menjauh dari center) dengan plan angle 93^o.
   d. Untuk pembubutan alur menuju center dengan plan angle 0^o.
7. Jenis pahat bubut metris memilki sudut.....
   a. 45^o
   b. 30^o
   c. 60^o
   d. 55^o
8. Jenis pahat bubut whitwort memilki sudut.....
   a. 45^o
   b. 55^o
   c. 60^o
   d. 30^o
9. Pemasangan pahat bubut diatas pusat senter benda kerja pada proses pengerjaan luar sebagaimana gambar dibawah, akan berdampak pada perubahan sudut yaitu….

   a. Sudut bebas (γ) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (β) menjadi lebih besar
   b. Sudut bebas (α) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (γ) menjadi lebih besar

c. Sudut bebas (β) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil

d. Sudut bebas (α) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil

10. Pemasangan pahat bubut diatas pusat senter benda kerja pada proses pengerjaan dalam sebagaimana gambar dibawah, akan berdampakpada perubahan sudut yaitu….

a. Sudut bebas (γ) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (β) menjadi lebih besar

b. Sudut bebas (α) menjadi lebih kecil dan sudut garuk (γ) menjadi lebih besar

c. Sudut bebas (β) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil

d. Sudut bebas (α) menjadi lebih besar dan sudut garuk (γ) menjadi lebih kecil

D. Kegiatan Belajar 3 - Parameter Pemotongan Pada Mesin Bubut

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, dengan melalui mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta didik dapat:

a. Menetapkan kecepatan potong *(Cutting speed – Cs)* pada proses pembubutan
b. Menerapkan kecepatan potong *(Cutting speed – Cs)* pada proses pembubutan
c. Menghitung putaran *(Revolotion Permenit – Rpm)* pada proses pembubutan
d. Menerapkan putaran *(Revolotion Permenit – Rpm)* pada proses pembubutan
e. Menghitung kecepatan pemakanan *(feed)* pada proses pembubutan
f. Menghitung kecepatan pemakanan *(feed)* pada proses pembubutan
g. Menghitung waktu pemesinan pada proses pembubutan
h. Menerapakan waktu pemesinan pada proses pembubutan

2. Uraian Materi

Sebelum mempelajari materi alat potong pada mesin bubut, lakukan kegiatan sebagai berikut:

Pengamatan:

Silahkan anda mengamati beberapa kegiatan proses pemotongannya pada mesin (Gambar 2.1) atau objek lain sejenis disekitar anda. Pada saat melakukan proses pembubutan seperti yang anda lihat, untuk dapat memotong/menyayat benda kerja agar dapat membentuk komponen sesuai tuntutan pada gambar kerja, selain membutuhkan jenis alat potong yang geometrisnya standart, fakktor lainnya adalah penetapan parameter pemotongan yang digunakan pada saat proses pembubutan. Sebutkan parameter pemotongan apa saja diperlukan untuk melakukan kegiatan tersebut dan jelaskan bagaimana cara menghitungnya.

Gambar 3.1. proses pemotongannya pada mesin (Gambar 2.1)

Menanya:

Apabila anda mengalami kesulitan dalam memahami tentang apa saja parameter pemotongan yang diperlukan pada proses pembubutan dan cara menghitungnya, bertanyalah/berdiskusi atau berkomentar kepada sasama teman atau guru yang sedang membimbing anda.

Mengekplorasi:

Kumpulkan data secara individu atau kelompok, terkait parameter pemotongan pada mesin bubut melalui: benda konkrit, dokumen, buku sumber, atau hasil eksperimen.

Mengasosiasi:

Setelah anda memilki data dan menemukan jawabannya, selanjutnya jelaskan bagaimana cara menerapkan pada proses pemebubutan.

Mengkomunikasikan:

Presentasikan hasil pengumpulan data-data anda, terkait parameter pemotongan pada mesin bubut, dan selanjutnya buat laporannya.

PARAMETER PEMOTONGAN

Yang dimaksud dengan parameter pemotongan pada mesin bubut adalah, informasi berupa dasar-dasar perhitungan, rumus dan tabel-tabel yang medasari teknologi proses pemotongan/penyayatan pada mesin bubut diantaranya. Parameter pemotongan pada mesin bubut meliputi: kecepatan potong *(Cutting speed - Cs),* kecepatan putaran mesin *(Revolotion Permenit - Rpm),* kecepatan pemakanan (Feed – F) dan waktu proses pemesinannya.

a. **Kecepatan potong *(Cutting speed – Cs)***

   Yang dimaksud dengan kecepatan potong (Cs) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau feet/menit). Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan

potongnya (Cs) adalah: Keliling lingkaran benda kerja (π.d) dikalikan dengan putaran (n). atau: Cs = π.d.n Meter/menit.

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)

π : nilai konstanta = 3,14

Kecepatan potong untuk berbagai macam bahan teknik yang umum dikerjakan pada proses pemesinan, sudah teliti/diselidiki para ahli dan sudah patenkan pada ditabelkan kecepatan potong. Sehingga dalam penggunaannya tinggal menyesuaikan antara jenis bahan yang akan dibubut dan jenis alat potong yang digunakan. Sedangkan untuk bahan-bahan khusus/spesial, tabel Cs-nya dikeluarkan oleh pabrik pembuat bahan tersebut.

Pada tabel kecepatan potong (Cs) juga disertakan jenis bahan alat potongnya. Yang pada umumnya, bahan alat potong dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu HSS (*High Speed Steel*) dan karbida (*carbide*). Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa dengan alat potong yang bahannya karbida, kecepatan potongnya lebih cepat jika dibandingkan dengan alat potong HSS (Tabel 3.1).

Tabel 2.1 Kecepatan Potong Bahan

Bahan	**Pahat Bubut HSS**		**Pahat Bubut Karbida**	
	m/men	**Ft/min**	**M/men**	**Ft/min**
Baja lunak(*Mild Steel*)	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang(*Cast Iron*)	14 – 17	45 – 55	45 - 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	b. – 600

b. Kecepatan Putaran Mesin Bubut ***(Revolotion Per Menit - Rpm)***

Yang dimaksud kecepatan putaran mesin bubut adalah, kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit. Maka dari itu untuk mencari besarnya putaran mesin sangat dipengaruhi oleh seberapa besar kecepatan potong dan keliling benda kerjany. Mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku, maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerjanya. Dengan demikian rumus dasar untuk menghitung putaran mesin bubut adalah:

Cs = π.d.n Meter/menit

$$n = \frac{Cs}{\pi.d} \text{ Rpm}$$

Karena satuan kecepatan potong (Cs) dalam meter/menit sedangkan satuan diameter benda kerja dalam milimeter, maka satuannya harus disamakan terlebih dahulu yaitu dengan mengalikan nilai kecepatan potongnya dengan angka 1000 mm. Maka rumus untuk putaran mesin menjadi:

$$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d} \text{ Rpm}$$

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

Cs : kecepatan potong (meter/menit)

π : nilai konstanta = 3,14

Contoh 1:

Sebuah baja lunak berdiameter (∅) 60 mm, akan dibubut dengan kecepatan potong (Cs) 25 meter/menit. Pertanyaannya adalah: Berapa besar putaran mesinnya ?.

Jawaban:

$$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$$

$$n = \frac{1000.25}{3{,}14.60}$$

n = 132,696 Rpm

Jadi kecepatan putaran mesinnya adalah sebesar 132,69 Rpm

Contoh 2:

Sebuah baja lunak berdiameter (∅) 2 inchi, akan dibubut dengan kecepatan potong (Cs) 20 meter/menit. Pertanyaannya adalah: Berapa besar putaran mesinnya ?.

Jawaban:

Satuan inchi bila dijadikan satuan mm harus dikalikan 25,4 mm. Dengan demikian diamter (∅) 2 inchi = 2x25,4=50,8 mm. Maka putaran mesinnya adalah:

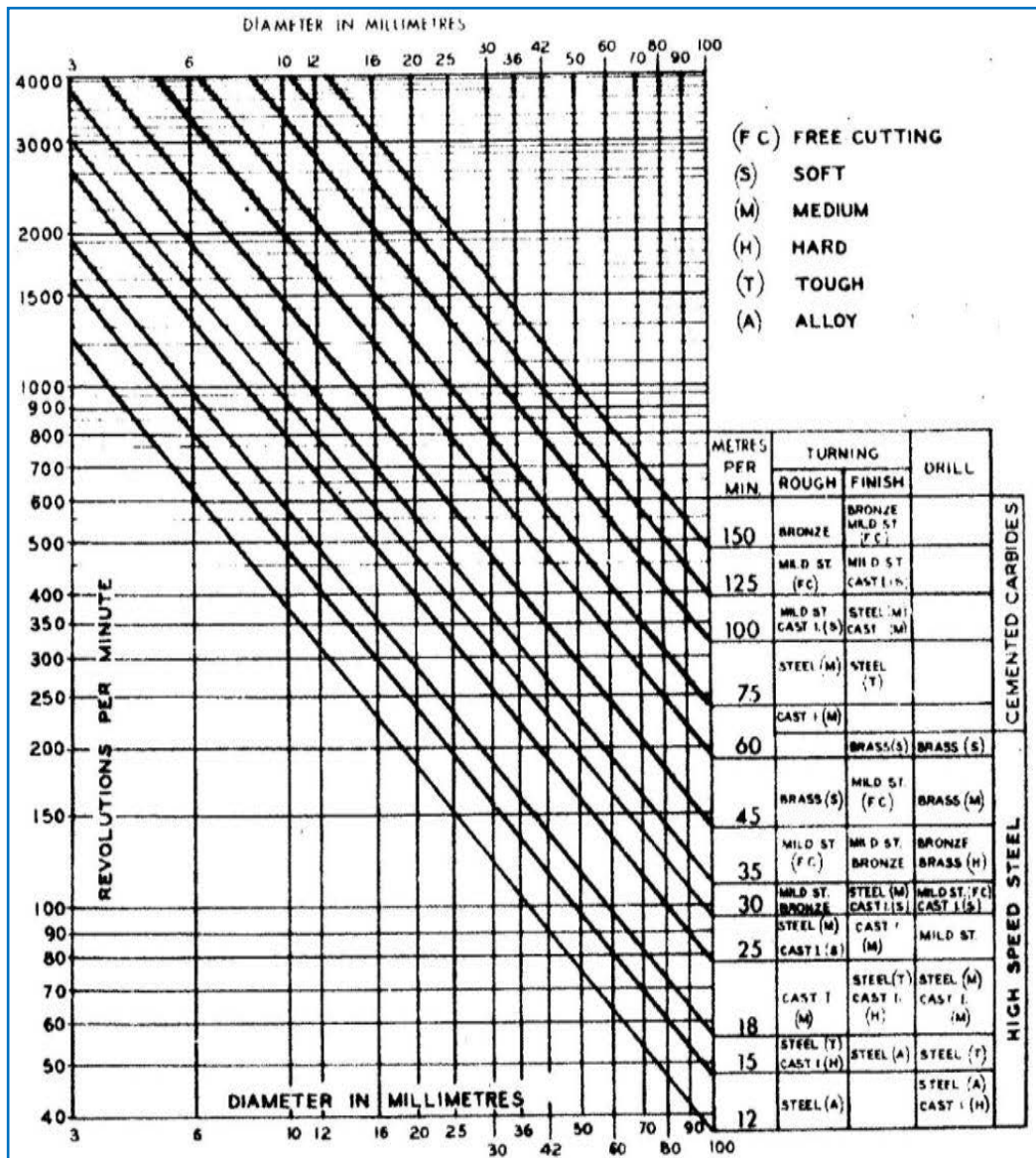
$$n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$$

$$n = \frac{1000.20}{3,14.50,8}$$

n = 125,382 Rpm

Jadi putaran mesinnya adalah sebesar 125,382 Rpm

Hasil perhitungan di atas pada dasarnya sebagai acuan dalam menyetel putaran mesin agar sesuai dengan putaran mesin yang tertulis pada tabel yang ditempel di mesin tersebut. Artinya, putaran mesin aktualnya dipilih dalam tabel pada mesin yang nilainya paling dekat dengan hasil perhitungan di atas. Untuk menentukan besaran putaran mesin bubut juga dapat menggunakan tabel yang sudah ditentukan berdasarkan perhitungan, sebagaimana dapat dilihat pada (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Daftar kecepatan putaran mesin bubut (Rpm)

c. Kecepatan Pemakanan *(Feed - F)* – mm/menit

Kecepatan pemakanan atau ingsutan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa factor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kesiapan mesin ini dapat diartikan, seberapa besar kemampuan mesin dalam mendukung tercapainya kecepatan pemakanan yang optimal. Disamping beberapa pertimbangan tersebut, kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil pemukaan yang halus (waktu pembubutan lebih

cepat), dan pada proses penyelesaiannya/finising digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (waktu pembubutan lebih cepat).

Besarnya kecepatan pemakanan (F) pada mesin bubut ditentukan oleh seberapa besar bergesernya pahat bubut (f) dalam satuan mm/putaran dikalikan seberapa besar putaran mesinnya (n) dalam satuan putaran. Maka rumus untuk mencari kecepatan pemakanan (F) adalah: F = f x n (mm/menit)

Keterangan:

f= besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n= putaran mesin (putaran/menit)

Contoh 1:

Sebuah benda kerja akan dibubut dengan putaran mesinnya (n) 600 putaran/menit dan besar pemakanan (f) 0,2 mm/putaran. Pertanyaannya adalah: Berapa besar kecepatan pemakanannya ?.

Jawaban:

F = f x n

F = 0,2 x 500 = 120 mm/menit.

Pengertiannya adalah, pahat bergeser sejauh 120 mm, selama satu menit.

Contoh 2:

Sebuah benda kerja berdiameter 40 mm, akan dibubut dengan kecepatan potong (Cs) 25 meter/menit dan besar pemakanan (f) 0,2 mm/putaran. Pertanyaannya adalah: Berapa besar kecepatan pemakanannya ?

Jawaban:

$$n = \frac{1000.\mathrm{Cs}}{\pi.\mathrm{d}} = \frac{1000.25}{3,14.40}$$

n = 199,044 ≈ 199 Rpm

F = f x n

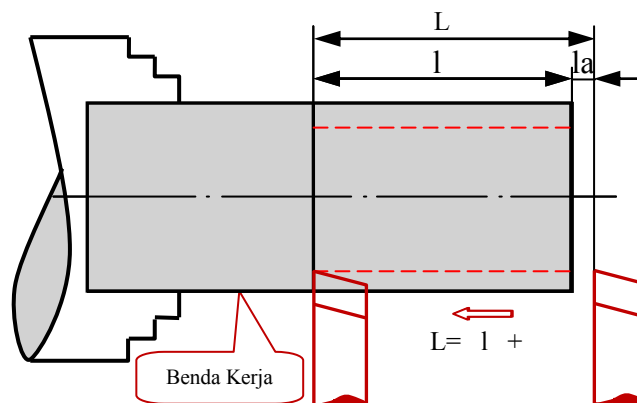
F = 0,2 x 199 = 39,8 mm/menit.

Pengertiannya adalah, pahat bergeser sejauh 39,8 mm, selama satu menit.

d. Waktu Pemesinan Bubut (tm)

Dalam membuat suatu produk atau komponen pada mesin bubut, lamanya waktu proses pemesinannya perlu diketaui/dihitung. Hal ini penting karena dengan mengetahui kebutuhan waktu yang diperlukan, perencanaan dan kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Apabila diameter benda kerja, kecepatan potong dan kecepatan penyayatan/ penggeseran pahatnya diketahui, waktu pembubutan dapat dihitung.

a) Waktu Pemesinan Bubut Rata

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pemesinan bubut adalah, seberapa besar panjang atau jarak tempuh pembubutan (L) dalam satuan mm dan kecepatan pemakanan (F) dalam satuan mm/menit. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan rata ditambah star awal pahat (ℓa), atau: L total= ℓa+ ℓ (mm). Untuk nilai kecepatan pemakanan (F), dengan berpedoman pada uraian sebelumnya F= f.n (mm/putaran).

Gambar 2.1 Panjang pembubutan rata.

Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diuraikan diatas, maka perhitungan waktu pemesinan bubut rata (tm) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Waktu pemesinan bubut rata (tm)} = \frac{\text{Panjang pembubutan rata (L) mm}}{\text{Kecepatan Pemakanan (F) mm/menit}} \text{ Menit.}$$

$$tm = \frac{L}{F} \text{ menit.}$$

L = ℓa+ ℓ (mm).

F= f.n (mm/putaran).

Keterangan:

f = pemakanan dalam satau putaran (mm/put)

n = putaran benda kerja (Rpm)

ℓ = panjang pembubutan rata (mm)

la = jarak star pahat (mm)

L = panjang total pembubutan rata (mm)

F = kecepatan pemakanan mm/menit

Contoh soal 1:

Sebuah benda kerja dengan diameter terbesar (D)= 40 mm akan dibubut rata menjadi (d)= 30 mm sepanjang (ℓ)= 65, dengan jarak star pahat (la)= 4 mm. Data-data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Putaran mesin (n)= 400 putaran/menit, dan pemakanan mesin dalam satu putaran (f)= 0,05 mm/putaran.

Pertaanyannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pembubutan rata sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses?.

Jawaban soal 1:

- L = ℓa+ ℓ = 65+4 = 69 mm
- F = f.n = 0,05 x 400 = 20 mm/menit
- $tm = \frac{L}{F}$ menit
- $tm = \frac{69}{20} = 3{,}45$ menit

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk pembubutan rata sesuai data diatas adalah selama 3,45 menit.

Contoh soal 2:

Sebuah benda kerja dengan diameter terbesar (D)= 30 mm akan dibubut rata menjadi (d)= 30 mm sepanjang (ℓ)= 70, dengan jarak star pahat (ℓa)= 4 mm. Data-data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Kecepatan potong (Cs)= 25 meter/menit, dan pemakanan mesin dalam satu putaran (f)= 0,04 mm/putaran.

Pertanyaannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pembubutan rata sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses?.

Jawaban soal 2:

- $n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$

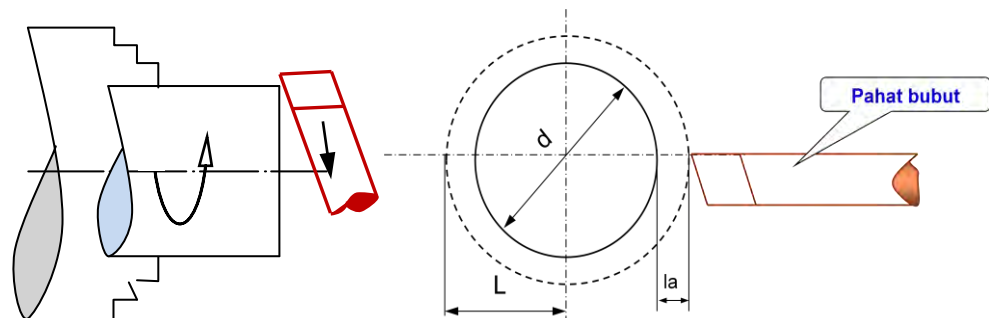
  $= \frac{1000.25}{3,14.30}$

  $= 265,393 \approx 265$ Rpm
- $L = \ell a + \ell = 70+4 = 74$ mm
- $F = f.n = 0,04 \times 265 = 10,6$ mm/menit
- $tm = \frac{L}{F}$ menit

  $tm = \frac{74}{10,6} = 6,981$ menit

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk pembubutan rata sesuai data diatas adalah selama 6,981 menit.

b) Waktu Pemesinan Bubut Muka *(Facing)*

Perhitungan waktu pemesinan bubut muka pada prinsipnya sama dengan menghitung waktu pemesinan bubut rata, perbedaannya hanya terletak pada arah pemakanan yaitu melintang. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan muka ditambah star awal pahat (ℓa), sehingga: $L = r + \ell a = \frac{d}{2} + \ell a$. Untuk nilai kecepatan pemakanan (F), dengan mengacu pada uraian sebelumnya F= f.n (mm/putaran).

Gambar 2.2. Panjang langkah pembubutan muka (facing)

Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diuraikan diatas, maka perhitungan waktu pemesinan bubut muka (tm) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Waktu pemesinan bubut muka (tm)} = \frac{\text{Panjang pembubutan muka (L) mm}}{\text{Kecepatan Pemakanan (F) mm/menit}} \text{ Menit.}$$

- $tm = \frac{L}{F}$ menit
- $L = \frac{d}{2} + \ell a$ mm
- F= f.n mm/menit

Keterangan:

d = diameter benda kerja

f = pemakanan dalam satu putaran (mm/putaran)

n = putaran benda kerja (Rpm)

ℓ = panjang pembubutan muka (mm)

la = jarak star pahat (mm)

L = panjang total pembubutan muka (mm)

F = kecepatan pemakanan setiap (mm/menit)

Contoh soal 1:

Sebuah benda kerja dengan diameter terbesar (D)= 50 mm akan dibubut muka dengan jarak star pahat (ℓa)= 3 mm. Data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Putaran mesin (n)= 500 putaran/menit, dan pemakanan dalam satu putaran (f)= 0,06 mm/putaran.

Pertanyaannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pembubutan muka sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses ?.

Jawaban soal 1:

- $\mathrm{L} = \frac{\mathrm{d}}{2} + \ell\mathrm{a} = \frac{50}{2} + 3 = 28\ \mathrm{mm}$
- F = f.n = 0,06 x 500= 30 mm/menit
- $\mathrm{tm} = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{F}}\ \mathrm{menit}$

$$= \frac{28}{30} = 0{,}94\ \mathrm{menit}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk pembubutan muka sesuai data diatas adalah selama 0,94 menit.

Contoh soal 2:

Sebuah benda kerja dengan diameter terbesar (D)= 60 mm akan dibubut muka dengan jarak star pahat (ℓa)= 3 mm. Data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Kecepatan potong (Cs)= 35 meter/menit, dan pemakanan dalam satu putaran (f)= 0,08 mm/putaran.

Pertanyaannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pembubutan muka sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses ?.

Jawaban soal 2:

- $\mathrm{n} = \frac{1000.\mathrm{Cs}}{\pi.\mathrm{d}}$

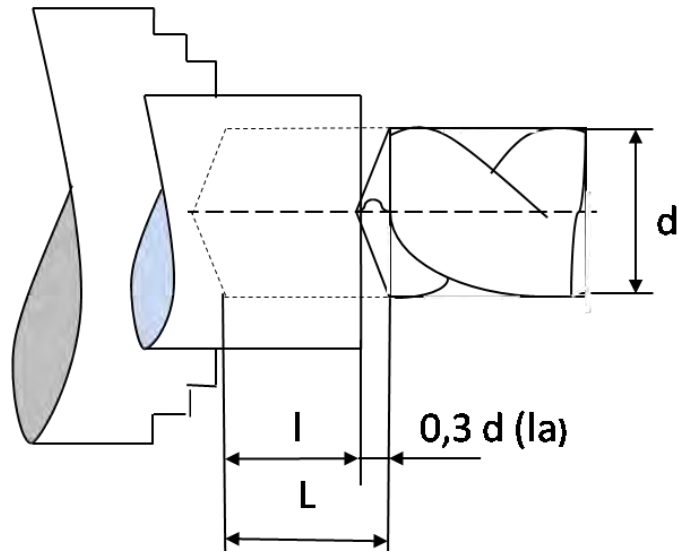
  $= \frac{1000.35}{3,14.60}$

  = 185,774 ≈ 186 Rpm
- $\mathrm{L} = \frac{\mathrm{d}}{2} + \ell\mathrm{a} = \frac{70}{2} + 3 = 38 \text{ mm}$
- F = f.n = 0,08 x 186= 14,88 mm/menit
- $\mathrm{tm} = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{F}} \text{ menit}$

  $= \frac{38}{14,88} = 2,553 \text{ menit}$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk pembubutan muka sesuai data diatas adalah selama 2,553 menit.

c) Waktu Pengeboran Pada Mesin Bubut

Perhitungan waktu pengeboran pada mesin bubut, pada prinsipnya sama dengan menghitung waktu pemesinan bubut rata dan bubut muka. Perbedaannya hanya terletak pada jarak star ujung mata bornya. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa, panjang total pengeboran (L) adalah panjang pengeboran (ℓ) ditambah star awal mata bor (ℓa= 0,3 d), sehingga: L= ℓ + 0,3d (mm). Untuk nilai kecepatan pemakanan (F) mengacu pada uraian sebelumnya F= f.n (mm/putaran)

Gambar 2.3. Panjang langkah pengeboran

Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diuraikan diatas, maka perhitungan waktu pengeboran (tm) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Waktu pengeboran}(\text{tm}) = \frac{\text{Panjang pengeboran(L) mm}}{\text{Feed (F) mm/menit}} \text{ Menit}$$

- $\text{tm} = \frac{\text{L}}{\text{F}} \text{ (menit)}$
- L= ℓ + 0,3d (mm.
- F= f.n (mm/putaran)

Keterangan:

ℓ = panjang pengeboran

L = panjang total pengeboran

d = diameter mata bor

n = putaran mata bor (Rpm)

f = pemakanan (mm/putaran)

Contoh soal 1:

Sebuah benda kerja akan dilakukan pengeboran sepanjang 28 mm dengan mata bor berdiameter 10 mm. Data parameter pemesinannya ditetapkan

sebagai berikut: Putaran mesin (n)= 700 putaran/menit, dan pemakanan dalam satu putaran (f)= 0,04 mm/putaran.

Pertanyaannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan pengeboran pada mesin bubut sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses ?.

Jawab soal 1 :

- $L = \ell + 0{,}3\,d = 28 + (0{,}3.10) = 31$ mm
- F = f.n = 0,04 x 700= 28 mm/menit
- $tm = \frac{L}{F}$ menit

  $= \frac{31}{28} = 1{,}107$ menit

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk pengeboran sesuai data diatas adalah selama 1,107 menit.

Contoh soal 2:

Sebuah benda kerja akan dilakukan pengeboran sepanjang 40 mm dengan mata bor berdiameter 10 mm. Data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Kecepatan potong (Cs)= 25 meter/menit, dan pemakanan dalam satu putaran (f)= 0,04 mm/putaran.

Pertanyaannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan pengeboran pada mesin bubut sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses ?.

Jawab soal 2 :

- $n = \frac{1000.Cs}{\pi.d}$

  $= \frac{1000.25}{3{,}14.10}$

  $= 796{,}178 \approx 796$ Rpm
- $L = \ell + 0{,}3\,d = 28 + (0{,}3.10) = 31$ mm

- F = f.n = 0,04 x 796= 31,84 mm/menit
- $\text{tm} = \frac{\text{L}}{\text{F}}$ menit

$$= \frac{31}{31{,}84} = 0{,}973 \text{ menit}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk pengeboran sesuai data diatas adalah selama 0,973 menit.

3. Rangkuman

Kecepatan potong ***(Cutting speed – Cs):***

Yang dimaksud dengan kecepatan potong (Cs) adalah kemampuan alat potong menyayat bahan dengan aman menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (meter/menit atau feet/menit). Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potongnya (Cs) adalah: Keliling lingkaran benda kerja (π.d) dikalikan dengan putaran (n). atau: Cs = π.d.n Meter/menit.

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran mesin/benda kerja (putaran/menit - Rpm)

π : nilai konstanta = 3,14

Kecepatan Putaran Mesin Bubut ***(Revolotion Per Menit - Rpm):***

Yang dimaksud kecepatan putaran mesin bubut adalah, kemampuan kecepatan putar mesin bubut untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit. Rumus yang digunakan untuk menentukan putaran mesin adalah:

$$\text{n} = \frac{1000.\text{Cs}}{\pi.\text{d}} \text{ Rpm}$$

Keterangan:

d : diameter benda kerja (mm)

Cs : kecepatan potong (meter/menit)

π : nilai konstanta = 3,14

Kecepatan Pemakanan *(Feed - F)* – mm/menit:

Kecepatan pemakanan atau ingsutan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, diantaranya: kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Rumus yang digunakan untuk menentukan putaran mesin adalah:F = f x n (mm/men).

Keterangan:

f= besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n= putaran mesin (putaran/menit)

Waktu Pemesinan Bubut Rata (tm):

waktu pemesinan bubut rata (tm) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Waktu pemesinan bubut rata (tm)} = \frac{\text{Panjang pembubutan rata (L) mm}}{\text{Kecepatan Pemakanan (F) mm/menit}} \text{ Menit.}$$

$$\text{tm} = \frac{L}{F} \text{ menit.}$$

L = ℓa+ ℓ (mm).

F= f.n (mm/putaran).

Keterangan:

f = pemakanan dalam satau putaran (mm/put)

n = putaran benda kerja (Rpm)

ℓ = panjang pembubutan rata (mm)

la = jarak star pahat (mm)

L = panjang total pembubutan rata (mm)

F = kecepatan pemakanan mm/menit

Waktu Pemesinan Bubut Muka *(Facing):*

waktu pemesinan bubut muka (tm) dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Waktu pemesinan bubut muka (tm)} = \frac{\text{Panjang pembubutan muka (L) mm}}{\text{Kecepatan Pemakanan (F) mm/menit}} \text{ Menit.}$$

$\text{tm} = \frac{\text{L}}{\text{F}}$ menit

$\text{L} = \frac{\text{d}}{2} + \ell\text{a mm}$

F= f.n mm/menit

Keterangan:

d = diameter benda kerja

f = pemakanan dalam satu putaran (mm/putaran)

n = putaran benda kerja (Rpm)

ℓ = panjang pembubutan muka (mm)

la = jarak star pahat (mm)

L = panjang total pembubutan muka (mm)

F = kecepatan pemakanan setiap (mm/menit)

Waktu Pengeboran Pada Mesin bubut:

Rumus untuk menghitung waktu pengeborann pada mesin bubut adalah:

$$\text{Waktu pengeboran (tm)} = \frac{\text{Panjang pengeboran (L) mm}}{\text{Feed (F) mm/menit}} \text{ Menit}$$

$$\text{tm} = \frac{\text{L}}{\text{F}} \text{ (menit)}$$

L= ℓ + 0,3d (mm.

F= f.n (mm/putaran)

Keterangan:

ℓ = panjang pengeboran

L = panjang total pengeboran

d = diameter mata bor

n = putaran mata bor (Rpm)

f = pemakanan (mm/putaran)

4. Tugas

1. Buat rangkuman terkait materi parameter pemotongan pada mesin bubut

2. Jelaskan dengan singkat, jika pelaksanaan proses pembubutan tidak mengacu pada parameter-parameter yang sudah ditentukan.

5. Test Formatif

Essay Test:

1. Sebuah baja lunak berdiameter (∅) 35 mm, akan dibubut dengan kecepatan potong (Cs) 22 meter/menit. Pertanyaannya adalah: Berapa besar putaran mesinnya ?.
2. Sebuah benda kerja akan dibubut dengan putaran mesinnya (n) 700 putaran/menit dan besar pemakanan (f) 0,25 mm/putaran. Pertanyaannya adalah: Berapa besar kecepatan pemakanannya ?.
3. Sebuah benda kerja dengan diameter terbesar (D)= 48 mm akan dibubut rata menjadi (d)= 42 mm sepanjang (l)= 55, dengan jarak star pahat (la)= 4 mm. Data-data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Putaran mesin (n)= 600 putaran/menit, dan pemakanan mesin dalam satu putaran (f)= 0,05 mm/putaran.

   Pertaanyannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan proses pembubutan rata sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses?.
4. Sebuah benda kerja dengan diameter terbesar (D)= 52 mm akan dibubut muka dengan jarak star pahat (ℓa)= 3 mm. Data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Putaran mesin (n)= 600 putaran/menit, dan pemakanan dalam satu putaran (f)= 0,2 mm/putaran.

   Pertanyaannya adalah: Berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan pengeboran pada mesin bubut sesuai data diatas, apabila pemakanan dilakukan satu kali pemakanan/proses?.
5. Sebuah benda kerja akan dilakukan pengeboran sepanjang 28 mm dengan mata bor berdiameter 14 mm. Data parameter pemesinannya ditetapkan sebagai berikut: Putaran mesin (n)= 800 putaran/menit, dan pemakanan dalam satu putaran (f)= 0,04 mm/putaran.

Pilihan Ganda:

Jawablah soal dibawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dengan memberi tanda **(X).**

1. Kecepatan putaran mesin bubut dapat dihitung dengan rumus …
   a. $n = \frac{1000Cs}{\pi.D}$ Langkah/menit
   b. $n = \frac{1000Cs}{\pi.D}$ Rpm
   c. $n = \frac{1000Cs}{\pi.D}$ m/menit
   d. $n = \frac{1000Cs}{\pi.D}$ m/detik
2. Membubut benda kerja berdiameter 108 mm dengan kecepatan potong 25 m/menit. Putaran mesinnnya adalah …
   a. 73,72 Rpm
   b. 83,72 Rpm
   c. 93,72 Rpm
   d. 103, 72 Rpm
3. Mengebor sebuah benda kerja pada mesin bubut, dengan diameter mata bor (d): 18 mm dengan kecepatan potong 20 m/menit. Putaran mesinnnya adalah …
   a. 153, 86 Rpm
   b. 253, 86 Rpm
   c. 353,86 Rpm
   d. 453,86 Rpm
4. Besarnya kecepatan pemakanan pembubutan, bila diketahui besar pemakanan (f): 0,15 mm/putaran dan putaran mesin: 400 Rpm adalah…
   a. 60 mm/putaran
   b. 60 mm/detik
   c. 60 mm/menit
   d. 60 m/menit

5. Membubut luar diameter (D): 60 mm menjadi diameter (d): 50 mm dilakukan 1 kali proses pemakan, panjang yang dibubut (l): 65 mm, star awal pahat (la): 2 mm, putaran mesin ditetapkan 450 Rpm dan besarnya pemakanan (s): 0,04 mm/putaran. Maka proses pemesinannya memerlukan waktu selama…..
   a. 7,44 detik
   b. 7,44 menit
   c. 3,72 detik
   d. 3,72 menit
6. Membubut luar diameter (D): 50 mm menjadi diameter (d): 40 mm dilakukan 2 kali proses pemakan, panjang yang dibubut (l): 35 mm, star awal pahat (la): 4 mm, cutting *speed (Cs)* nya ditetapkan 30 meter/menit dan besarnya pemakanan (s): 0,03 mm/putaran. Maka proses pemesinannya memerlukan waktu selama…..
   a. 6,80 menit
   b. 6.80detik
   c. 13,60 menit
   d. 13,60 detik
7. Membubut permukaan *(facing)* diameter (D): 50 mm, dilakukan 1 kali proses pemakanan, star awal pahat (la): 2 mm, putaran mesinnya ditetapkan 600 Rpm dan besarnya pemakanan (s): 0,04 mm/putaran. Maka proses pemesinannya memerlukan waktu selama…..
   a. 1,125 detik
   b. 1,125 menit
   c. 2,25 detik
   d. 2,25 menit
8. Membubut permukaan *(facing)* diameter (D): 40 mm, dilakukan 1 kali proses pemakan, star awal pahat (la): 3 mm, *cutting speed* ditetapkan 30 meter/menit dan besarnya pemakanan (s): 0,04 mm/putaran. Maka proses pemesinannya memerlukan waktu selama…..
   a. 4,80 detik
   b. 4,80 menit

c. 2,40 detik
d. 2,40 menit

9. Proses pengeboran dilakukan pada mesin bubut dengan kedalaman (l): 30 mm, diameter bor (d): 12 mm, pemakanannya (s) 0,03 mm/putaran dan putaran mesin ditetapkan 500 Rpm.Maka proses pengeborannya memerlukan waktu selama…..
   a. 4,48menit
   b. 4,48detik
   c. 2,24 menit
   d. 2,24 detik
10. Proses pengeboran dilakukan pada mesin bubut dengan kedalaman (l): 28 mm, diameter bor (d): 14 mm, pemakanannya (s) 0,04 mm/putaran dan *cutting spee*d (Cs) ditetapkan 20 meter/menit.Maka proses pengeborannya memerlukan waktu selama…..
    a. 1,77 menit
    b. 1,77 detik
    c. 3,54 menit
    d. 3,54 detik

E. Kegiatan Belajar 4 – Teknik Pembubutan

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini dengan melalui mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta didik dapat:

a. Menjelaskan teknik pembubutan muka
b. Menggunakan teknik pembubutan muka
c. Menjelaskan teknik pembubutan lurus dan bertingkat
d. Menggunakan teknik pembubutan lurus dan bertingkat
e. Menjelaskan teknik pembubutan tirus dengan eretan atas
f. Menggunakan teknik pembubutan tirus dengan eretan atas
g. Menjelaskan teknik pembubutan alur
h. Menggunakan teknik pembubutan alur
i. Menjelaskan teknik pembubutan bentuk/profil
j. Menggunakan teknik pembubutan bentuk/profil
k. Menjelaskan teknik pemotongan pada mesin bubut
l. Menggunakan teknik pemotongan pada mesin bubut
m. Menjelaskan teknik pembubutan ulir
n. Menggunakan teknik pembubutan ulir
o. Menjelaskan teknik pembubutan bentuk/profil
p. Menggunakan teknik pembubutan bentuk/profil
q. Menjelaskan teknik pengeboran pada mesin bubut
r. Menggunakan teknik pengeboran pada mesin bubut
s. Menjelaskan teknik pengkartelan pada mesin bubut
t. Menggunakan teknik pengkartelan pada mesin bubut

2. Uraian Materi

Sebelum mempelajari materi alat potong pada mesin bubut, lakukan kegiatan sebagai berikut:

Pengamatan:

Silahkan anda mengamati berbagai proses pembubutan sebagaimana terlihat pada (Gambar 4.1) atau objek lain sejenis disekitar anda. Untuk dapat melakukan proses pembubutan sesuai ketentuan yang berlaku, tentunya perlu menguasai berbagai

macam teknik pembubutan. Sebutkan beberapa teknik pembubutan untuk mendukung kegiatan tersebut dan jelaskan bagaimana caranya.

Gambar 3.1. Bebagai proses pembubutan

Menanya:

Apabila anda mengalami kesulitan dalam memahami tentang teknik apa saja yang diperlukan pada proses pembubutan dan cara menggunakannya, bertanyalah/berdiskusi atau berkomentar kepada sasama teman atau guru yang sedang membimbing anda.

Mengekplorasi:

Kumpulkan data secara individu atau kelompok, terkait beberapa teknik pembubutan dan cara menggunakannya, melalui: benda konkrit, dokumen, buku sumber, atau hasil eksperimen.

Mengasosiasi:

Setelah anda memilki data dan menemukan jawabannya, selanjutnya jelaskan bagaimana cara menerapkan pada proses pemebubutan.

Mengkomunikasikan:

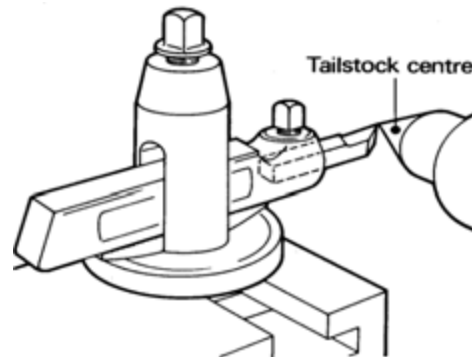
Presentasikan hasil pengumpulan data-data anda, terkait beberapa teknik pembubutan dan cara menggunakannya, dan selanjutnya buat laporannya.

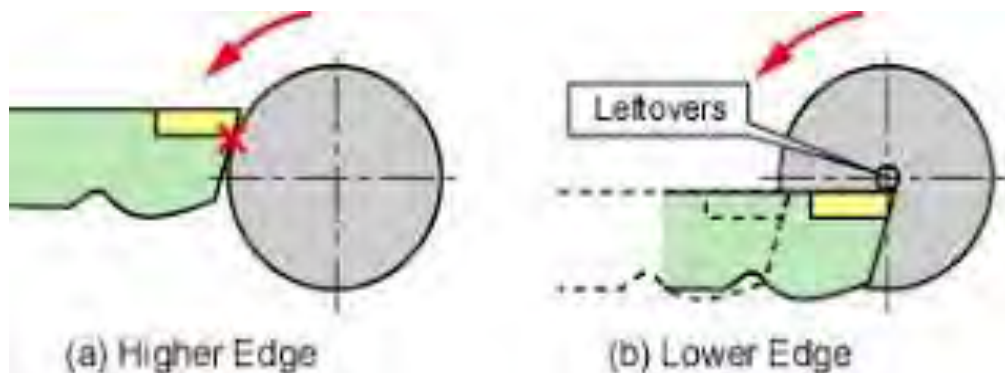
TEKNIK PEMBUBUTAN

Yang dimaksud teknik pembubutan adalah, bagaimana cara melakukan berbagai macam proses pembubutan yang dilakukan dengan menggunakan prosedur dan tata cara yang dibenarkan oleh dasar-dasar teori pendukung yang disertai penerapan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan (K3L), pada saat melaksanakan proses pembubutan. Banyak teknik-teknik pembubutan yang harus diterapakan dalam proses pembubutan diantaranya, bagaimana teknik pemasangan pahat bubut, mertakan permukaan, membuat lubang senter, membubut lurus, mengalur, mengulir, memotong, menchamper, mengkertel dll.

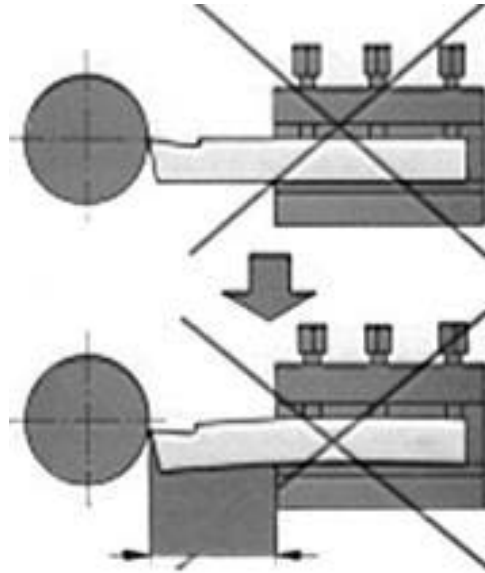
a. Pemasangan pahat bubut

Persyaratan utama dalam melakukan proses pembubutan adalah, pemasangan pahat bubut ketinggiannya harus sama dengan pusat senter. Persyaratan tersebut

harus dilakukan dengan tujuan agar tidak terjadi perubahan geometri pada pahat bubut yang sedang digunakan (Gambar 4.1).

Gambar 4.1. Pemasangan ketinggian pahat bubut

Perubahan geomertri yang terjadi pada pahat bubut dapat merubah besarnya sudut bebas potong dan sudut buang tatalnya, sehingga akan berpengaruh terhadap hasil pembubutan menjadi kurang maksimal. Pada proses pembubutan permukaan/facing, bila pemasangan pahat bubutnya dibawah sumbu senter akan berakibat permuakaannya tidak dapat rata, dan bila pemasangan pahat bubutnya diatas sumbu senter akan berakibat pahat tidak dapat memotong dengan baik karena sudut bebas potongnya tambah kecil (Gambar 4.2). Dampak-dampak lain akibat pemasangan pahat bubut tidak setinggi sumbu senter telah diuraikan pada materi sebelumya.

Gambar 4.2. Pemasangan pahat bubut tidak setinggi sumbu senter

Untuk menghindari terjadinya perubahan ketinggian pahat bubut setelah dilakukan pemasangan, pada saat melakukan pengikatan harus kuat dan kokoh,

selain itu untuk menghindari terjadinya getaran dan patahnya pahat akibat beban gaya yang diterima terlalu besar, maka pemasangan pahat tidak boleh terlalu menonjol keluar atau terlalu panjang keluar dari dudukannya (maksimal dua kali persegiannya) – (Gambar 4.3).

Gambar 4.3. Pemasangan pahat bubut terlalu panjang

b. Pembubutan Permukaan Benda Kerja (*Facing*)

Membubut permukaan benda kerja adalah proses pembubutan pada permukaan ujung benda kerja dengan tujuan meratakan pada bidang permukaannya. Ada beberapa persyaratan yang harus dilakukan pada saat membubut permukaan diantarannya adalah:

1) Pemasangan Benda Kerja

Untuk pemasangan benda kerja yang memiliki ukuran tidak terlalu panjang, disarankan pemasangannya tidak boleh terlalu keluar atau menonjol dari permukaan rahang cekam (Gambar 4.4), hal ini dilakukan dengan tujuan agar benda kerja tidak mudah berubah posisinya/kokoh dan tidak terjadi getaran akibat tumpuan benda kerja terlalu jauh.

Gambar 4.4. Pemasangannya benda kerja berukuran pendek sebelum dibubut permukaannya

Untuk benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang dan pada prosesnya tidak mungkin dipotong-potong terlebih dahulu, maka pada saat membubut permukaan harus ditahan dengan penahan benda kerja yaitu *steady rest* (Gambar 4.5).

. Gambar 4.4. Pemasangannya benda kerja berukuran panjang sebelum dibubut permukaannya

2) Proses Pembubutan Permukaan Benda Kerja *(Facing)*

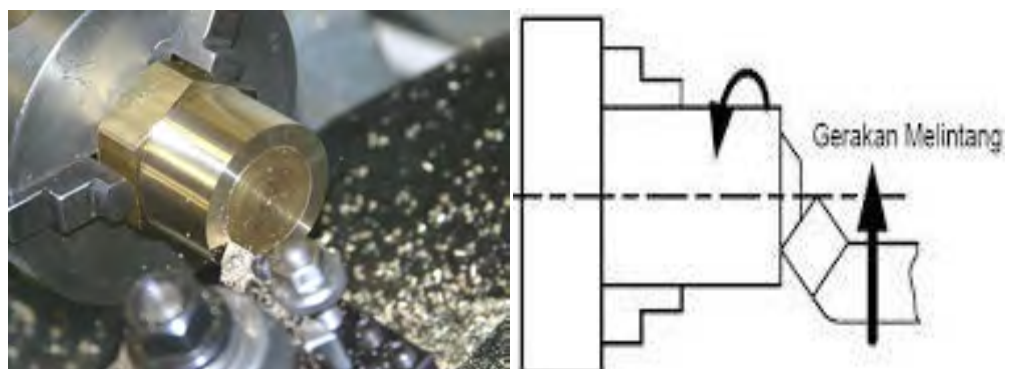
Prinsip terjadinya pemotongan pada proses pembubutan adalah, apabila putaran benda kerja berlawanan arah dengan gerakan mata sayat alat potongnya. Maka dari itu berdasarkan prinsip tersebut, pada proses pembubutan permukaan benda kerja dapat dilakukan dari berbagai cara yaitu:

a) Posisi start pahat bubut dari sumbu senter benda kerja

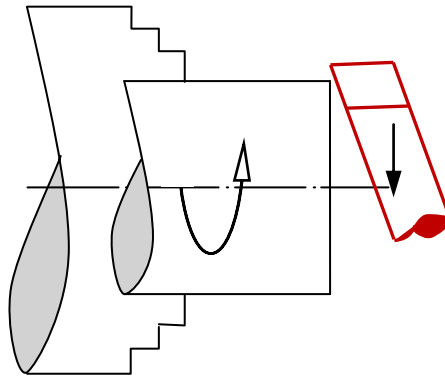
Membubut permukaan benda kerja dengan start pahat bubut dari sumbu senter pengertiannya adalah, pembubutan permukaan diawali dari tengah permukaan benda kerja atau sumbu senter (Gambar 4.5). Proses pembubutan facing dengan cara ini dapat dilkukan dengan catatan arah putaran mesin berlawanan arah jarum jam.

Gambar 4.5. Pembubutan permukaan start pahat bubut diawali dari sumbu senter benda kerja

b) Posisi start pahat bubut dari luar bagian kiri benda kerja

Membubut permukaan benda kerja dengan start pahat bubut dari luar bagian kiri benda kerja pengertiannya adalah, pembubutan permukaan diawali dari luar bagian kiri benda kerja menuju sumbu senter (Gambar 4.6). Proses ini pembubutan facing dengan cara ini dapat dilakukan dengan catatan arah putaran mesin berlawanan arah jarum jam.

Gambar 4.6. Pembubutan permukaan diawali dari luar bagian kiri benda kerja

c) **Posisi start pahat bubut dari luar bagian kanan benda kerja**

Membubut permukaan benda kerja dengan start pahat bubut dari luar bagian kanan benda kerja pengertiannya adalah, pembubutan permukaan diawali dari luar bagian kanan benda kerja menuju sumbu senter (Gambar 4.7). Proses pembubutan facing dengan cara ini dapat dilakukan dengan catatan arah putaran mesin sarah jarum jam.

Gambar 4.7. Pembubutan permukaan diawali dari luar bagian kanan benda kerja

c. Pembubutan/Pembuatan Lubang Senter

Pembubutan/pembuatan lubang senter bor dengan bor senter *(centre drill)* pada permukaan ujung benda kerja (Gambar 4.8), tujuannya adalah agar pada ujung benda kerja memiliki dudukan apabila didalam proses pembubutannya memerlukan dukungan senter putar atau sebagai pengarah sebelum melakukan pengeboran (Gambar 4.9).

Gambar 4.8. Pembubutan lubang senter pada permukaan ujung benda kerja

Gambar 4.9. Fungsi lubang senter bor sebagai dudukan senter putar dan pengarah pengeboran

Untuk menghindari terjadinya patah pada ujung mata sayat bor senter akibat kesalahan prosedur, ada beberapa persyaratan dalam membuat lubang senter pada mesin bubut selain yang dipersyaratan sebagaimana pada saat meratakan permukaan benda kerja yaitu penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja *(steady rest),* persyaratan lainnya adalah:

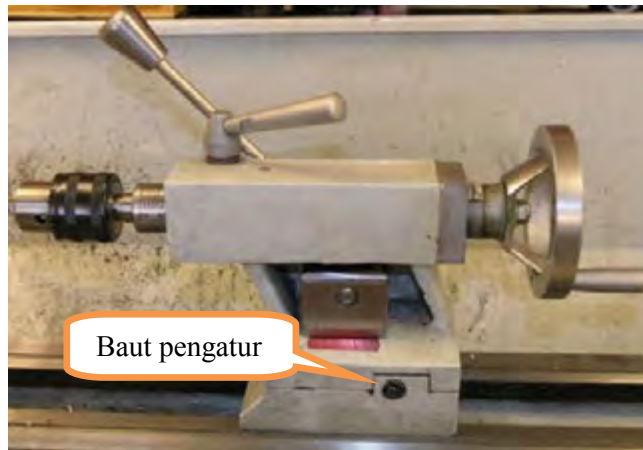
a) Sumbu Senter Spindel Mesin Harus Satu Sumbu Dengan Kepala Lepas

Persyaratan utama sebelum melakukan proses pembuatan lubang senter pada mesin bubut adalah, sumbu senter kepala lepas harus diseting kelurusannya/kesepusatannya terlebih dahulu dengan sumbu senter spindel mesin yang berfungsi sebagai dudukan atau pemegang benda kerja. Apabila kedua sumbu senter tidak lurus/sepusat, kemungkinan akan terjadi patah pada ujung senter bor lebih besar, karena pada saat bor senter digunakan akan mendapatkan beban gaya puntir yang tidak sepusat.

Seting atau menyetel kelurusan sumbu senter kepala lepas terhadap sumbu senter spindel mesin ada dua cara yaitu, apabila menghendaki hasil yang presisi adalah dengan cara menggunakan alat bantu batang pengetes dan dial indikator yang cara penggunaannya dapat dilihat pada (Gambar 4.10) dan apabila menghendaki hasil yang tidak terlalu presisi/standar adalah dengan cara mempertemukan kedua ujung senter (Gambar 4.11).

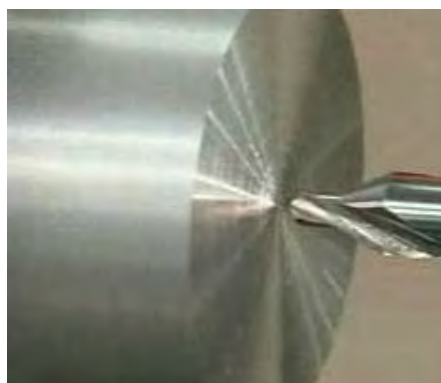
Gambar 4.10. Mengatur kesepusatan sumbu
dengan alat bantu batang pengetes dan dial indikator

Gambar 4.11. Mengatur kesepustan sumbu senter dengan
mempertemukan kedua ujung senter

Didalam menyeting kesepusatan senter sumbu, apabila sumbu senter kepala lepas tidak sepusat/lurus dengan sumbu senter spindel mesin, caranya adalah dengan mengendorkan terlebih dahulu pengikat kepala lepas dari pengikatan meja mesin yaitu dengan mengendorkan baut pengencangnya atau handel yang telah tersedia, baru kemudian atur sumbu kepala lepas dengan menggeser arah kiri/kanan dengan mengatur baut yang ada pada sisi samping bagian bawah bodi kepala lepas (Gambar 4.12), sampai mendapatkan kesepusatan kedua sumbun senternya.

Gambar 4.12. Kepala lepas dan baut pengatur pergeseran

Kegiatan penyetelan sumbu senter ini, sekaligus dapat digunakan sebagai acuan pada saat melakukan proses pembubutan lainnny. Misalnya pada proses pembubutan lurus yang menggunakan penahan senter putar, pembubutan lurus diantara dua senter, pengeboran, perimeran atau pembubutan lainnya yang memerlukan kesepusatan kedua sumbu senter.

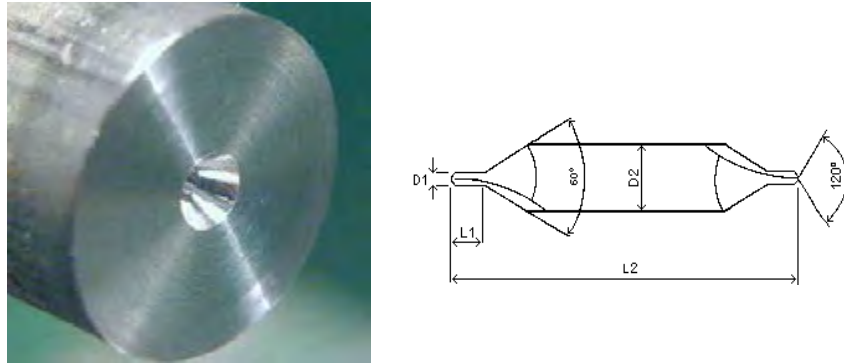
b) Permukaan harus benar-benar rata

Permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang senter harus benar-benar rata terlebih dahulu atau dilakukan pembubutan muka atau facing (Gambar 4.13), dengan tujuan agar senter bor pada saat pemakanaan awal menyentuh permukaan benda kerja tidak mendapat beban kejut dan gaya puntir yang diterima merata pada ujung mata sayatnya sehingga aman .

Gambar 4.13. Permukaan benda kerja harus benar-benar rata
selum pembuatan lubang senter

c) Putaran Mesin Harus Sesuai Ketentuan

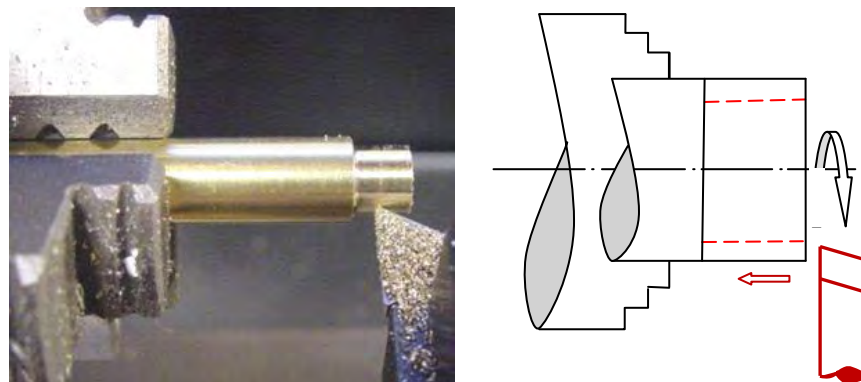
Putaran mesin bubut pada saat pembuatan lubang senter bor harus sesuai ketentuan yaitu, selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan arah putarannya tidak boleh terbalik (putaran mesin harus berlawanan arah jarum jam) - (Gambar 4.14).

Gambar 4.14. Putaran mesin bubut harus berlawanan dengan arah jarum jam

Perhitungan dalam menetapkan putaran mesin pada saat pembuatan lubang senter yang dijadikan acuan dasar perhitungan adalah diameter terkecil (D1) pada ujung mata sayatnya. Sedangkan untuk kedalaman lubang senter bor tidak ada ketentuan/ketetapan yang baku yaitu tergantung digunakan untuk apa, sebagai pengarah pengeboran atau sebagai dudukan ujung senter putar yang befungsi untuk menahan benda kerja pada saat dalakukan pembubutan. Untuk mengakomodasi kedua proses tersebut, maka pada umumnya kedalaman lubang senter bor dibuat antara 1/3 s.d 2/3 pada bagian tirus yang besar sudutnya 60º (Gambar 4.15).

bar 4.15. Dimensi bor senter (centre drill) dan
hasil pembubutan lubang senter bor

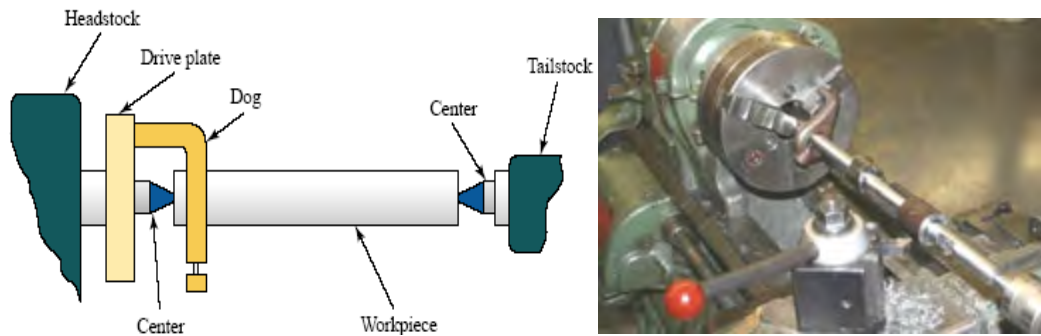
d. Pembubutan Lurus/Rata

Yang dimaksud pembubutan lurus adalah, proses pembubutan untuk mendapatkan permukaan yang lurus dan rata dengan diameter yang sama antara ujung satu dengan ujung lainnya.

Proses pemembubutan rata/lurus, ada beberapa cara pemegangan atau pengikatannya yaitu tergantung dari ukuran panjangnya benda kerja. Pengikatan benda kerja yang berukuran relatif pendek, dapat dilakukan dengan cara langsung diikat menggunakan cekam mesin (Gambar 4.16). Pengikatan benda kerja yang berukuran relatif panjang, pada bagian ujung yang menonjol keluar ditahan dengan senter putar (Gambar 4.17). Sedangkan pengikatan benda kerja yang berukuran realatif panjang yang dikawatirkan akan terjadi getaran pada bagian tengahnya, selain pada bagian ujung benda kerja yang menonjol keluar ditahan dengan senter putar, juga pada bagian tengahnya harus ditahan dengan penahan benda kerja/*steady ress* (Gambar 4.18).

Gambar 4.16. Pembubutan lurus dengan cekam mesin

Gambar 4.17. Pembubutan lurus, benda kerja ditahan dengan senter putar

Gambar 4.18. Pembubutan lurus benda kerja ditahan
dengan senter putar dan tengahnya ditahan dengan *steady rest*

Ketiga cara pengikatan benda kerja tersebut diatas, adalah cara pembubutan lurus yang tidak dituntut kesepusatan dan kesejajaran diameternya dengan kedua lubang senter bornya. Apabila pada diameter benda kerja yang dituntut harus sepusat dan sejajar dengan kedua lubang senter bornya karena masih akan dilakukan proses pemesinan berikutnya, maka pengikatannnya harus dilakukan dengan cara diantara dua sentar (Gambar 4.19).

Gambar 4.19. Pembubutan lurus diantara dua senter

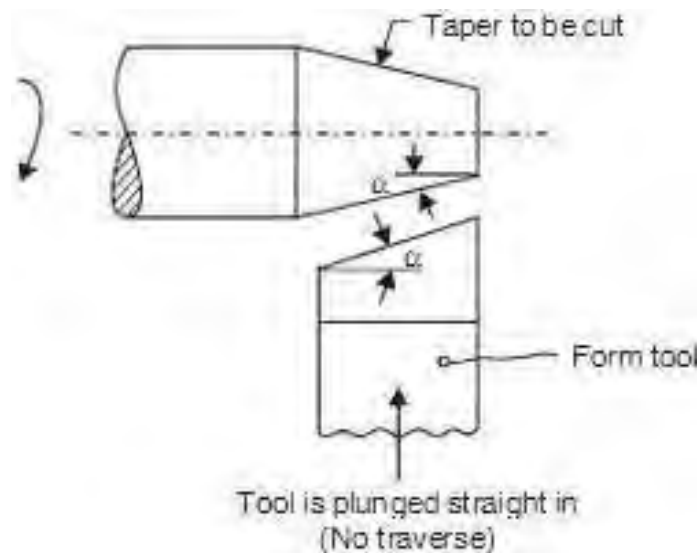
Untuk mendapatkan hasil pembubutan yang lurus terutama yang pengiktannya menggunakan penahan senter putar dan diantara dua senter, yakinkan bahwa sumbu senter kepala lepas harus benar-benar satu sumbu/sepusat dengan sumbu senter spindel mesin, karena apabila tidak hasil pembubutannya akan menjadi tirus atau tidak lurus.

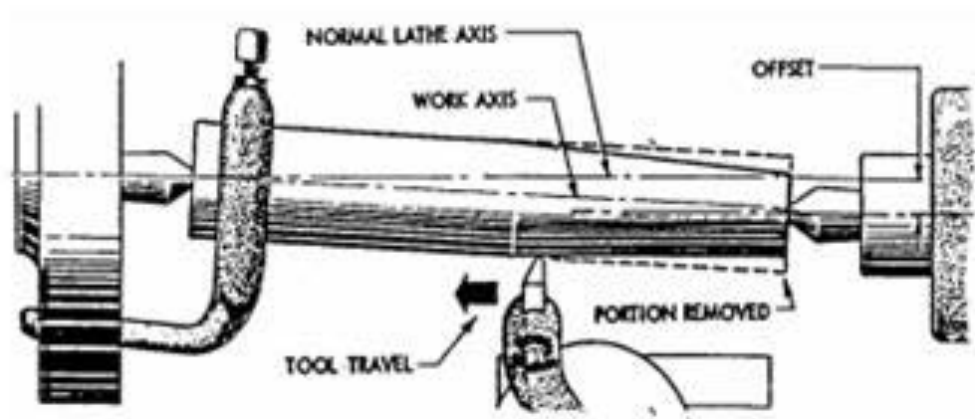
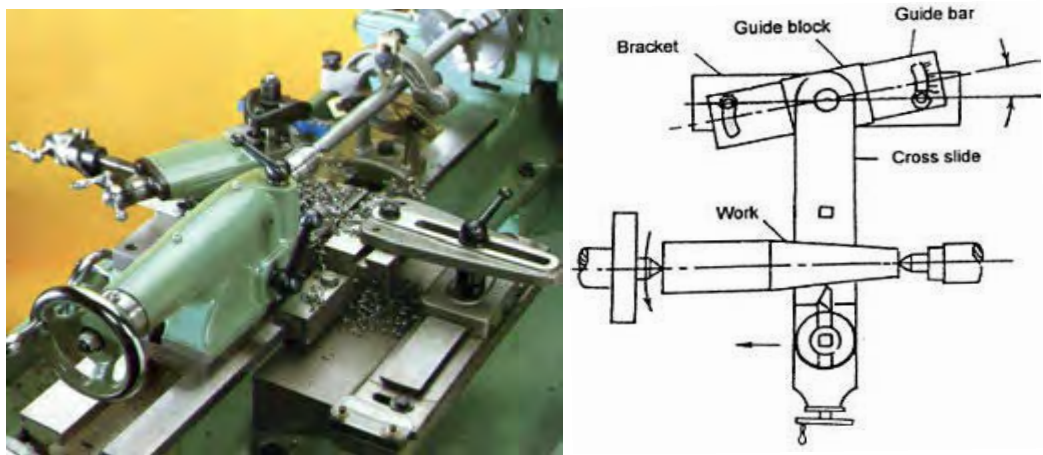
e. Pembubutan Tirus *(Taper)*

Yang dimaksud dengan pembubutan tirus adalah, proses pembubutan sebuah benda kerja dengan hasil ukuran diameter yang berbeda antara ujung satu dengan yang lainnya (Gambar 4.20). Perbedaan diameter tersebut tentunya ada unsur kesengajaan karena hasil ketirusannya akan digunakan untuk tujuan tertentu.

Gambar 4.20. Pembubutan tirus

Proses pembubutan tirus pada prinsipnya sama dengan proses pembubutan lurus yaitu akan terjadi pemotongan apabila putaran mesin berlawanan arah dengan mata sayat pahat bubutnya, yang berbeda adalah dalam melakukan pemotongan

gerakan pahatnya disetel atau diatur mengikuti sudut ketirusan yang dikehendaki pada benda kerja. Pembubutan tirus dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya: Untuk pembubutan tirus yang pendek ukurann panjangya dengan cara membentuk pahat bubut (Gambar 4.21), untuk pembubutan tirus yang sedang ukuran panjangnya dengan cara menggeser eretan atas (Gambar 4.22), untuk pembubutan tirus bagian luar yang relatif panjang ukurannya dengan menggeser kedudukan kepala lepas (Gambar 4.23) dan untuk pembubutan tirus bagian luar/dalam yang relatif panjang ukurannya dengan menggunakan perlengkapan tirus/*taper attachment* (Gambar 4.24).

Gambar 4.21. Pembubutan tirus dengan membentuk pahat pahat bubut

Gambar 4.22. Pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas

Gambar 4.23. Pembubutan tirus dengan menggeser kedudukan kepala lepas

Gambar 4.24. Pembubutan tirus dengan menggunakan perlengkapan tiirus

Untuk memenuhi tuntutan kompetensi yang terdapat pada tujuan kegaiatan pembelajaran, pada materi ini hanya akan dibahas pembubutan tirus dengan memenggeser eretan atas dan cara pembubutan tirus yang lain akan dibahas pada buku teks bahan ajar jilid berikutnya.

a) **Macam-macam Standar Ketirusan**

Pelaksanakan pembubutan tirus, terdapat beberapa macam standar ketirusan yang dapat dijadikan sebagai acuan diantaranya:

- **Tirus Mandril** ***(Mandrel Taper)***

  Tirus mandril memililki standar ketirusan 1:2000 mm, artinya sepanjang 2000 mm perbedaan diameter satu dengan lainnya sebesar 1 mm. Penggunaan tirus mandril ini hanya terbatas untuk mengikat benda kerja

yang akan dilakukan proses pemesinan berikutnya, dengan cara dipreskan pada lubang benda kerja yang sebelumnya sudah dipersiapkan terlebih dahulu dengan toleransi yang standar.

- **Tirus Jacobs** ***(Jacobs Tapers)***

  Tirus Jacobs memililiki standar ketirusan nomor 0 s.d 33, dengan perbandingan ketirusan sebagaimana pada (tabel 4.4). Tirus jenis ini digunakan pada perlengkapan mesin-mesin bubut dan mesin bor.

Tabel 4.4. Standar Tirus Jacobs

Taper No.	Large End	Small End	Length	Taper/ Foot	Taper/ Inch	Angle From Center
0	0.2500	0.2284	0.44	.5915	.0493	1.4117
1	0.3840	0.3334	0.66	.9251	.0771	2.2074
2	0.5590	0.4876	0.88	.9786	.0816	2.3350
2 (Short)	0.5488	0.4876	0.75	.9786	.0816	2.3350
3	0.8110	0.7461	1.22	.6390	.0532	1.5251
4	1.1240	1.0372	1.66	.6289	.0524	1.5009
5	1.4130	1.3161	1.88	.6201	.0517	1.4801
6	0.6760	0.6241	1.00	.6229	.0519	1.4868
33	0.6240	0.5605	1.00	.7619	.0635	1.8184

- **Tirus Morse** ***(Morse Tapers – TPM)***

  Tirus morse memililiki standar ketirusan nomor 0 s.d 7, dengan perbandingan ketirusan sebagaimana dapat dilihat pada (tabel 4.1). Tirus jenis ini banyak digunakan pada tangkai bor, spindel mesin bor dan perlengkapan mesin bubut.

Tabel 4.1. Standar Tirus Morse

Taper No.	Large End	Small End	Length	Taper/ Foot	Taper/ Inch	Taper/ mm	Angle From Center
0	0.3561	0.2520	2.00	.6246	.0521	19.212	1.4908
1	0.4750	0.3690	2.13	.5986	.0499	20.047	1.4287
2	0.7000	0.5720	2.56	.5994	.0500	20.020	1.4307
3	0.9380	0.7780	3.19	.6024	.0502	19.922	1.4377
4	1.2310	1.0200	4.06	.6233	.0519	19.922	1.4876
4,5	1.5000	1.2660	4.50	.6240	.0520	19.230	1.4894
5	1.7480	1.4750	5.19	.6315	.0526	19.002	1.5073
6	2.4940	2.1160	7.25	.6257	.0521	19.180	1.4933
7	3.2700	2.7500	10.00	.6240	.0520	19.230	1.4894

- **Tirus Brown dan Sharp *(Brown dan Sharp Tapers – B&S)***

  Tirus *Brown dan Sharp* memililiki standar ketirusan nomor 1 s.d 18, dengan perbandingan ketirusan sebagaimana dapat dilihat pada (tabel 4.2). Tirus jenis ini digunakan pada tangkai pemegang pisau frais, dan lubang sleeve pada spindel mesin frais.

Tabel 4.2. Standar Tirus Brown dan Sharp

Taper No.	Large End	Small End	Length	Taper/ Foot	Taper/ Inch	Angle From Center
1	0.2392	0.2000	0.94	.5020	.0418	1.1983
2	0.2997	0.2500	1.19	.5020	.0418	1.1983
3	0.3753	0.3125	1.50	.5020	.0418	1.1983
4	0.4207	0.3500	1.69	.5024	.0419	1.1992
5	0.5388	0.4500	2.13	.5016	.0418	1.1973
6	0.5996	0.5000	2.38	.5033	.0419	1.2013
7	0.7201	0.6000	2.88	.5015	.0418	1.1970

8	0.8987	0.7500	3.56	.5010	.0418	1.1959
9	1.0775	0.9001	4.25	.5009	.0417	1.1955
10	1.2597	1.0447	5.00	.5161	.0430	1.2320
11	1.4978	1.2500	5.94	.5010	.0418	1.1959
12	1.7968	1.5001	7.13	.4997	.0416	1.1928
13	2.0731	1.7501	7.75	.5002	.0417	1.1940
14	2.3438	2.0000	8.25	.5000	.0417	1.1935
15	2.6146	2.2500	8.75	.5000	.0417	1.1935
16	2.8854	2.5000	9.25	.5000	.0417	1.1935
17	3.1563	2.7500	9.75	.5000	.0417	1.1935
18	3.4271	3.0000	10.25	.5000	.0417	1.1935

- **Tirus Jarno *(Jarno Tapers)***

  Tirus Jarno memililiki standar ketirusan nomor 2 s.d 20, dengan perbandingan ketirusan sebagaimana dapat dilihat pada (tabel 4.3). Tirus jenis ini digunakan pada perlengkapan mesin-mesin bubut dan mesin bor yang berukuran kecil.

Tabel 4.3. Standar Tirus Jarno

Taper N0.	Large End	Small End	Length	Taper/ Foot	Taper/ Inch	Angle From Center
2	0.2500	0.2000	1.00	.6000	.0500	1.4321
3	0.3750	0.3000	1.50	.6000	.0500	1.4321
4	0.5000	0.4000	2.00	.6000	.0500	1.4321
5	0.6250	0.5000	2.50	.6000	.0500	1.4321
6	0.7500	0.6000	3.00	.6000	.0500	1.4321
7	0.8750	0.7000	3.50	.6000	.0500	1.4321
8	1.0000	0.8000	4.00	.6000	.0500	1.4321

9	1.1250	0.9000	4.50	.6000	.0500	1.4321
10	1.2500	1.0000	5.00	.6000	.0500	1.4321
11	1.3750	1.1000	5.50	.6000	.0500	1.4321
12	1.5000	1.2000	6.00	.6000	.0500	1.4321
13	1.6250	1.3000	6.50	.6000	.0500	1.4321
14	1.7500	1.4000	7.00	.6000	.0500	1.4321
15	1.8750	1.5000	7.50	.6000	.0500	1.4321
16	2.0000	1.6000	8.00	.6000	.0500	1.4321
17	2.1250	1.7000	8.50	.6000	.0500	1.4321
18	2.2500	1.8000	9.00	.6000	.0500	1.4321
19	2.3750	1.9000	9.50	.6000	.0500	1.4321
20	2.5000	2.0000	10.00	.6000	.0500	1.4321

- **Tirus BT *(BT Tapers)***

  Tirus BT memililiki standar perbandingan ketirusan 7: 24, artinya sepanjang 24 mm perbedaan diameter satu dengan lainnya sebesar 7 mm. Tirus jenis ini ditandai dengan nomor BT 30 s.d 50 sebagaimana dapat dilihat pada (tabel 4.5). Tirus jenis ini digunakan pada tangkai pemegang pisau frais, dan lubang sleeve pada spindel mesin frais.

Tabel 4.5. Standar Tirus BT

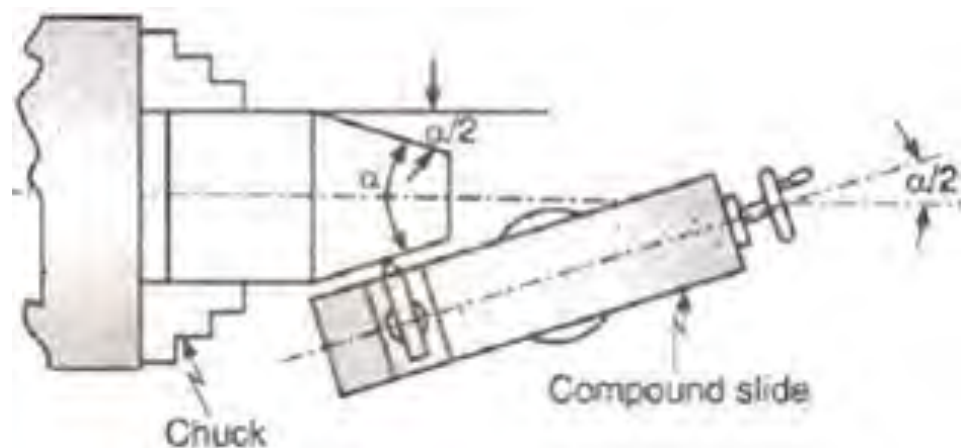
Size	D1	D2	D3	L	F	A	G
BT30	1.250 (31.75)	1.811 (46.00)		1.906 (48.40)	0.866 (22.00)	0.079 (2.00)	M12 thread
BT35	1.500 (38.10)	2.087 (53.00)		2.224 (56.50)	0.945 (24.00)	0.079 (2.00)	M12 thread
BT40	1.750 (44.45)	2.480 (63.00)		2.575 (65.40)	1.063 (27.00)	0.079 (2.00)	M16 thread
BT45	2.250 (57.15)	3.346 (85.00)		3.260 (82.80)	1.299 (33.00)	0.118 (3.00)	M20 thread
BT50	2.750 (69.85)	3.937 (100.00)		4.008 (101.80)	1.496 (38.00)	0.118 (3.00)	M24 thread

- **Tirus Pena *(Pin Tapers)***

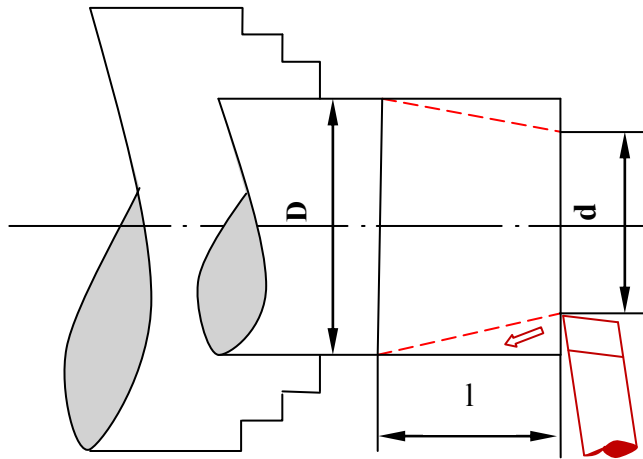
  Tirus Pena memililki standar ketirusan 1:50 mm, artinya perbandingan ketirusan adalah sepanjang 50 mm perbedaan diameter satu dengan lainnya sebesar 1 mm. Tirus jenis ini digunakan sambungan komponen satu dengan lainnya.

b) Pembubutan Tirus Dengan Eretan Atas

Pembubutan tirus dengan eretan atas, adalah pembubutan tirus dengan cara menggeser atau mengatur kedudukan sudut eretan atas dari pusat sumbunya sebesar derajat yang dikehendaki (Gambar 2.25).

Keuntungan pembubutan tirus dengan eretan atas adalah , dapat membuat tirus pada bagian dalam dan luar dan dapat membentuk ketirusan yang besar. Sedangkan kekurangannya adalah, tidak dapat dikerjakan secara otomatis, sehingga harus selalu dilakukan dengan manual dan tidak dapat melakukan pembubutan tirus yang panjang karena langkah geraknya terbatas pada panjang pengarah gerakan eretan atas.

Gambar 4.25. Pembubutan tirus dengan menggeser eretan atas

c) Dasar Perhitungan Pembubutan Tirus Dengan Menggeser Eretan Atas

Pembubutan tirus akan menghasilkan benda kerja yang memiliki ukuran yang berbeda diameter satu dengan lainnya pada panjang tertentu (Gambar 4.26), shingga didalam proses pembubutanya diperlukan perhitungan agar mendapatkan tirus sesuai tuntutan pekerjaan.

Gambar 4.26. Dimensi benda kerja tirus

Berdasarkan gambar diatas, maka pembubutan tirus dengan menggeser eretan dapat dicarai dengan rumus:

$$tg\ \alpha = \frac{\frac{D-d}{2}}{l}$$

$$tg\ \alpha = \frac{D-d}{2l}$$

Keterangan:

D = diameter besar

d = diameter kecil

l = panjang

Contoh 1:

Sebuah benda kerja berdiameter (D)= 60 mm, panjang 60 mm, akan dilakukan pembubutan tirus dengan diameter kecilnya (d)= 44 mm. Pertanyaannya adalah, berapa besar pergeseran eretan atasnya?.

Jawaban:

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{D-d}{2.1}$$

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{60-44}{2.60} = 0{,}133$$

α= 7° 35' 40,72"

Jadi pergeseran eretan atasnya sebesar 7° 35' 40,72"

Contoh 2:

Sebuah benda kerja berdiameter (D)= 55 mm, panjang 75 mm, akan dilakukan pembubutan tirus dengan diameter kecilnya (d)= 42 mm. Pertanyaannya adalah, berapa besar pergeseran eretan atasnya?.

Jawaban:

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{D - d}{2.1}$$

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{55 - 42}{2.75} = 0{,}087$$

α= 4° 57' 11,73”

Jadi pergeseran eretan atasnya sebesar 4° 57' 11,73”

d) Proses Pembubutan tirus Dengan Menggeser Eretan Atas

Proses pembubutan tirus dengan eretan menggeser eretan atas dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, **pertama**: langsung mengatur pergeseran eretan atas dengan mengacu pada garis-garis derajatnya sesuai data atau perhitungan yang ada (Gambar 4.27), **kedua:** pengaturan pergeseran eretan atas dengan cara mengemalkan/mengkopi pada batang tirus yana sudah standar dengan alat bantu dial indikator (Gambar 4.28). Cara kedua ini hasilnya akan lebih presisi dibandingkan dengan yang pertama.

Gambar 4.27. Pengaturan pergeseran eretan atas berdasarkan hasil perhitungan

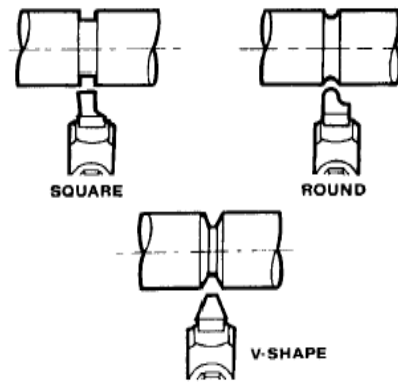
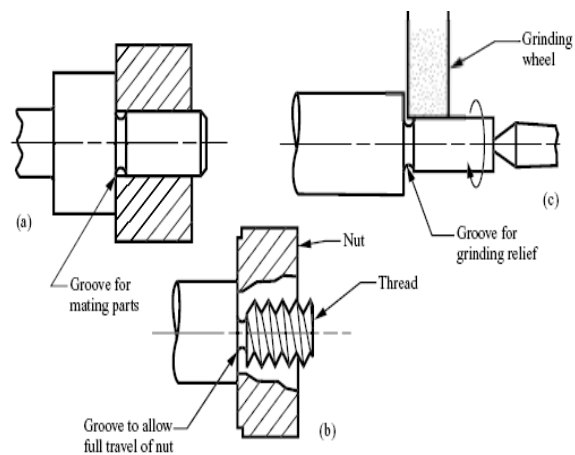
Gambar 4.28. Pengaturan pergeseran eretan atas
berdarkan batang tirus standar

f. Pembubutan Alur (*Groove*)

Yang dimaksud pembubutan alur adalah, proses pembubutan benda kerja dengan tujuan membuat alur pada bidang permukaan (luar dan dalam) atau pada bagian depannya sesuai tuntutan pekerjaan (Gambar 4.29).

Gambar 4.29. Pengaluran dengan berbagai posisi

a) Macam-macam bentuk alur

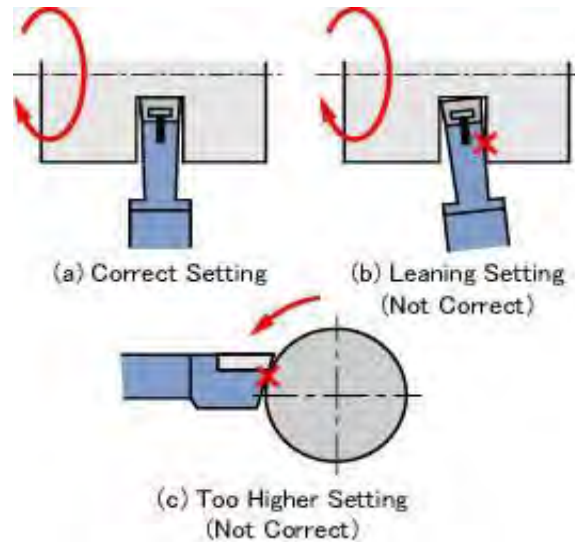
Sesuai dengan fungsinya bentuk alur ada tiga jenis yaitu: berbentuk kotak, radius, dan V (Gambar 4.30). Fungsi alur pada sebuah benda kerja adalah, **pertama:** untuk pembubutan alur pada poros lurus, berfungsi memberi kebebasan/*space* pada saat benda kerja dipasangkan dengan elemen/komponen lainnya atau memberi jarak bebas pada proses penggerindaan terhadap suatu poros; **kedua:** untuk pembubutan alur pada ujung ulir, tujuannya agar baut/mur dapat bergerak penuh sampai pada ujung ulir (Gambar 4.31).

Gambar 4.30. Macam-macam bentuk alur

Gambar 4.31. Fungsi alur untuk berbagai proses manufaktur

b) Proses pembubutan alur

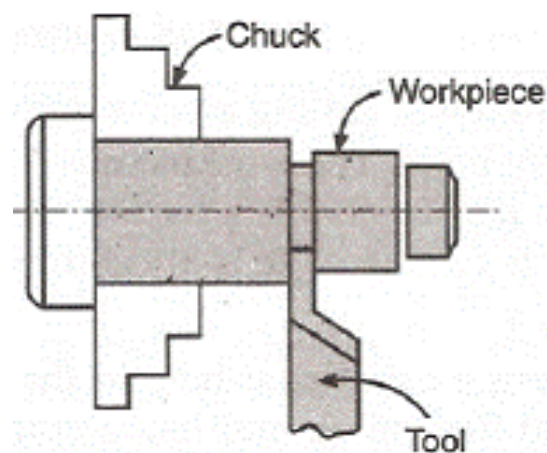
Untuk membentuk berbagai bentuk alur tersebut, pahat yang digunakan diasah terlebih dengan mesin gerinda yang bentuk disesuaikan dengan bentuk alur yang akan dibuat. Kecepatan potong yang digunakan pada saat pembubutan alur disarankan sepertiga sampai dengan setengah dari kecepatan potong bubut rata, karena bidang potong pada saat proses pengaluran relatif lebar.

- **Pemasangan Pahat**

  Persyaratan pemasangan pahat untuk proses pembubutan alur, pada prinsipnya sama dengan memasang pahat bubut untuk proses pembubutan lainnya yaitu harus setinggi senter. Namun untuk menghindari terjadinya hasil pengaluran lebarnya melebihi dari lebar

pahat alurnya, pemasangan pahat harus benar-benar tegak lurus terhadap sumbu mesin (Gambar 4.32).

Gambar 4.32. Pemasangan pahat alur

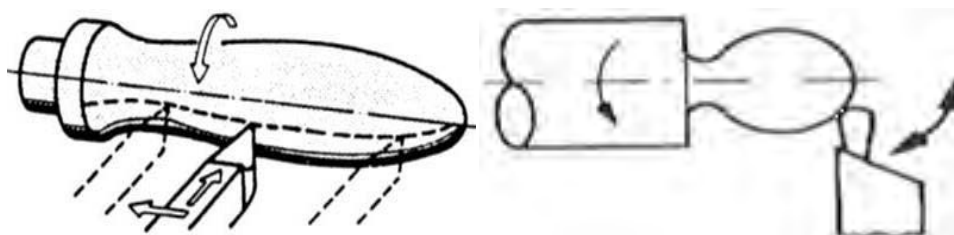
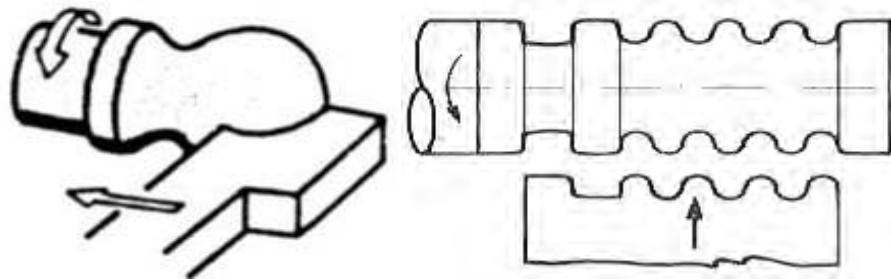
- **Pemasangan Benda Kerja**

  Persyaratan pemasangan benda kerja pada proses pembubutan alur, pada prinsipnya sama dengan memasang benda kerja untuk proses pembubutan lainnya yaitu selain harus harus kuat, untuk benda kerja yang memiliki ukuran panjang relatif pendek pengikatannya dapat dilakukan langsung dengan cekam mesin (Gambar 2.33).

Gambar 4.33. Pengaluran benda kerja dengan pengiktan cekam mesin

Untuk benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang pengikatan pada ujungnya harus ditahan atau didukung dengan senter putar (Gambar 2.34). Hal ini dilakukan agar kedudukan benda kerja stabil dan tidak bergetar, sehingga hasil pengaluran maksimal dan pahat yang digunakan tidak rawan patah.

Gambar 4.34. Pengaluran benda kerja dengan pendukung senter putar

g. Pembubutan Bentuk (Profil)

Pembubutan profil adalah proses pembubutan untuk membentuk permukaan benda kerja dengan bentuk sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Dalam membentuk permukaan benda kerja dapat dilakukan dengan cara mengatur gerakan pahat secara manual atau menggerakkan pahat secara otomatis dengan menggunakan perlengkapan bubut copy (Gambar 4.35) dan cara lainnya adalah dengan membentuk pahat bubut yanag akan digunakan sesuai bentuk yang diinginkan (Gambar 4.36).

Gambar 4.35. Pembubutan profil dengan gerakan pahat

Gambar 4.36. Pembubutan profil dengan pahat bubut bentuk

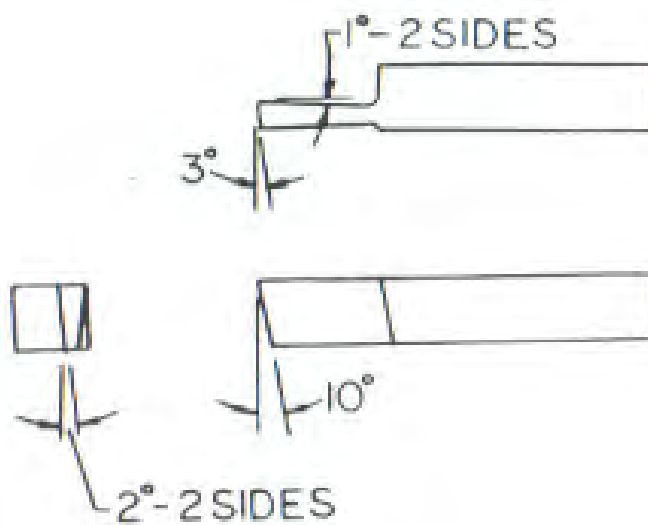
Pada proses pembubutan profil yang menggunakan pahat bubut bentuk, karena bidang mata sayatnya yang memotong lebar, maka disarankan pemakanan dan kecepatan putarnya tidak boleh besar yaitu pendekatnnya sama pada saat melakukan pembubutan alur, sehingga dapat memperkecil terjadinya beban lebih dan gesekan yang tinggi terhadap pahat.

h. Pemotongan Pada mesin Bubut *(Cutting off*)

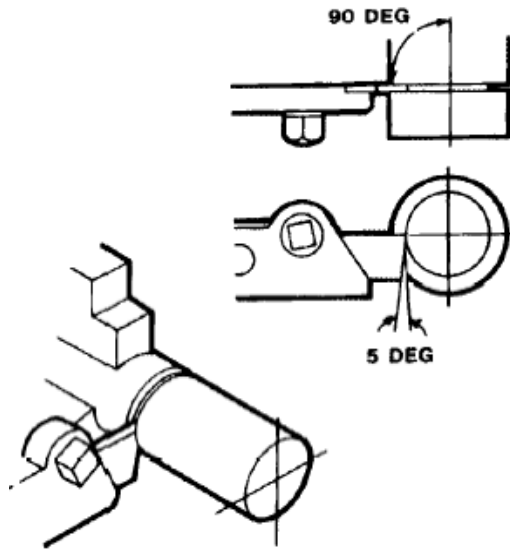
Yang dimaksud pemotongan pada mesin bubut adalah, proses pemotongan benda kerja yang dilakukan menggunakan mesin bubut. Proses pemotongan pada mesin bubut, pada umumnya dilakukan apabila ingin menyelesaikan atau mendekatkan ukuran panjang dari benda kerja hasil proses sebelumnya karena benda kerja tidak memungkinkan untuk dicekam pada posisi sebalikannya atau tidak dapat dipotong dengan proses lain.

Ada beberapa persyaratan umum yang harus dilakukan pada proses pemotongannya diantaranya: menggunakan pahat potong yang standar geometrinya, pemasangan benda kerja harus kuat dan tidak boleh terlalu menonjol keluar dari rahang cekam untuk benda kerja yang berukuran pendek, , pemasangan pahat potong harus kuat dan tidak boleh terlalu menonjol keluar dari dudukannya, gunakan putaran mesin antara 1/4 s.d 1/3 putaran normal, bagian yang akan dipotong harus sedikit lebih lebar dibandingkan dengan lebar mata pahatnya agar pahat tidak terjepit, dan untuk pemotongan benda yang berukuran panjang boleh menggunakan penahan senter putar dengan catatan mengikuti prosedur yang benar.

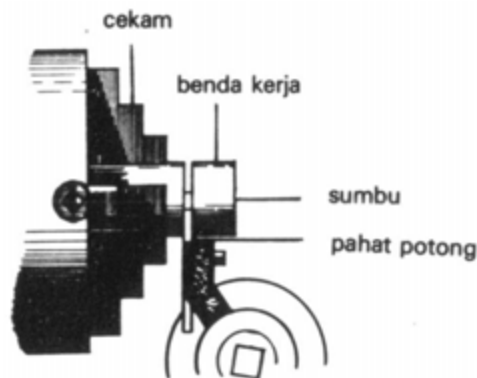
1) Geometri Pahat Bubut Potong

Untuk mendapatkan hasil pemotongan yang baik, pahat potong yang digunakan harus memiliki geometri sesuai ketentuan. Misalnya untuk menghindari terjepitnya pahat pada saat digunakan memotong benda kerja yang berdiameter besar sehingga memerlukan kedalaman pemotonngan yang relatif dalam, maka sebaiknya pengasahan pada sisi pahat potong dibuat mengecil ke belakang anatara 1º s.d 2 º (Gambar 4.37).

Gambar 4.36. Geometri Pahat potong

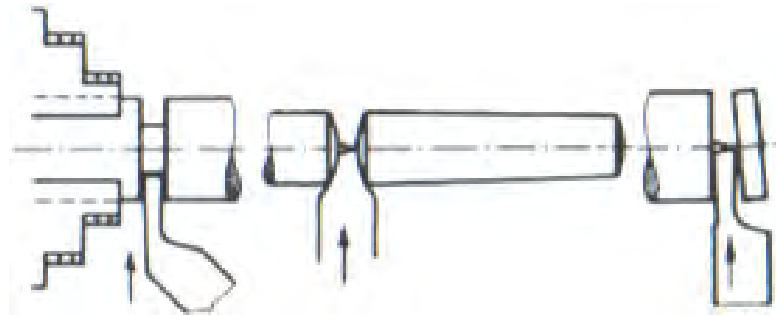
2) Pemasangan Pahat Potong

Selain yang telah dipersyaratkan tersebut diatas, pemasangan pahat potong harus benar-benar setinggi sumbu senter (Gambar 4.37), karena apabila tidak setinggi sumbu senter akan berpengaruh besar terhadap perubahan geometrinya terutama pada sudut bebas potong bagian depan. Apabila pemasangan terlalu tinggi dari sumbu senter pengaruhnya tidak akan dapat melakukan pemotongan, karena ujung mata potongnya berubah pada posisi diatas sumbu senter dan apabila terlalu rendah, pahat akan mendapat gaya potong yang relatif besar sehingga rawan patah dan juga benda kerja akan terangakat keatas.

Gambar 4.37. Pemasangan Pahat potong

3) Proses pemotongan

Proses pemotongan benda kerja pada mesin bubut, pada umumnya akan dihadapkan pada ukuran yang pendek dan panajang. Untuk benda kerja uyang berukuran pendek dapat dilakukan dengan cara pencekam langsung dengan cekam mesin (Gambar 4.38).

Gambar 4.38. Proses pemotongan benda kerja berukuran pendek.

Untuk melakukan pemotongan benda kerja yang panjang diperbolehkan ditahan menggunakan senter putar, akan tetapi pemotongannya tidak boleh dilakukan sampai putus atau disisakan sebagian untuk kemudian digergaji, atau dilanjutkan dengan dengan pahat tersebut tetapi tanpa didukung dengan senter dengan tujuan untuk menghindari terjadinya pembengkokan benda kerja dan

patahnya pahat (Gambar 4.39). Cara lain untuk melakukan pemotongan benda kerja yang panjang, yaitu dengan mendukung benda kerja pada ujungnya dengan penahan bena kerja/ *steady rest* (Gambar 4.40)

Gambar 4.39. Pemotongan benda kerja berukuran panjang.

Gambar 4.40. Menahan benda kerja sebelum dipotong dengan *steady rest*

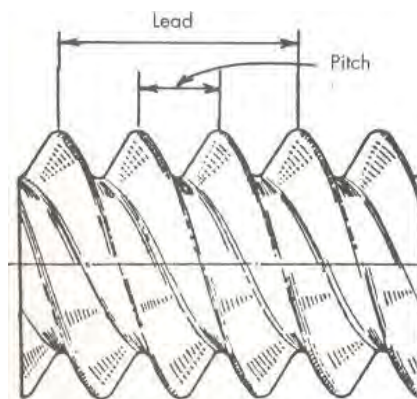
i. Pembubutan Ulir Pada Mesin bubut

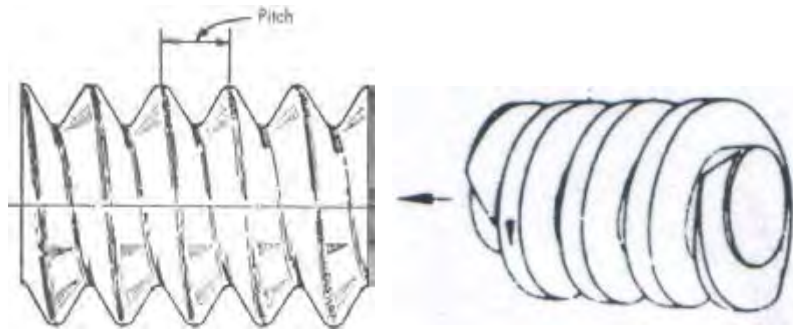
Proses pembubutan ulir pada mesin bubut standar, pada dasarnya hanyalah alternatif apabila jensis ulir yang diperlukan tidak ada dipasaran umum atau jenis ulir yan dibuat hanya untuk keperluan khusus. Mesin bubut standar didesain tidak hanya untuk membuat ulir saja, sehingga untuk melakukan pembubutan ulir memerlukan waktu yang relatif lama, hasilnya kurang presisi dan banyak teknik-teknik yang harus dipahami sebelum melakukan pembubutan ulir.

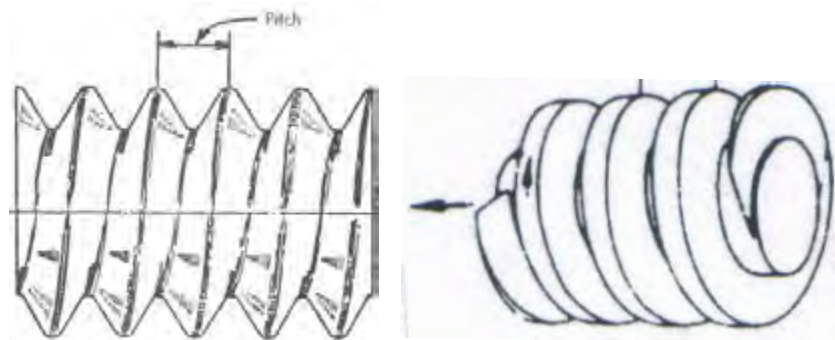
Pembuatan ulir dengan jumlah banyak atau produk masal, pada umunya dilakukan atau diproses dengan cara diantaranya: diroll, dicetak, dipress dan diproses pemesinan dengan mesin yang desainnya hanya khusus digunakan untuk membauat ulir sehingga prosesnya cepat dan hasilnya presisi. Dari berbagai cara

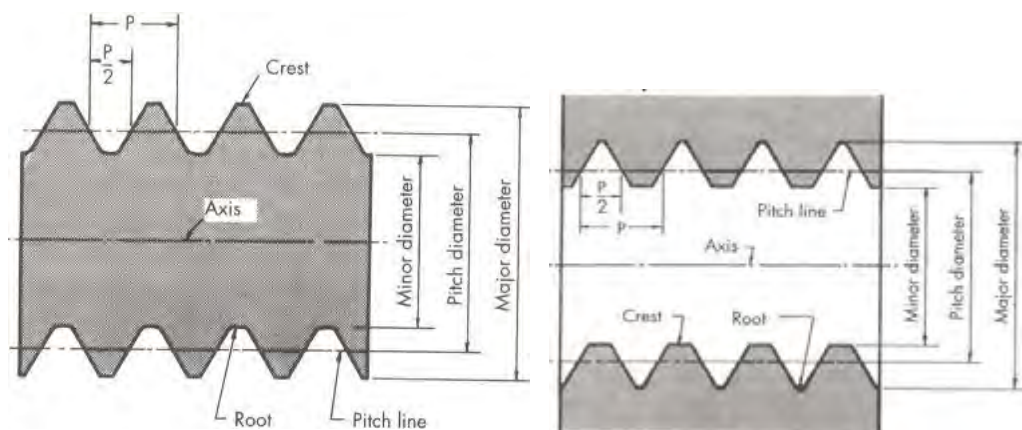
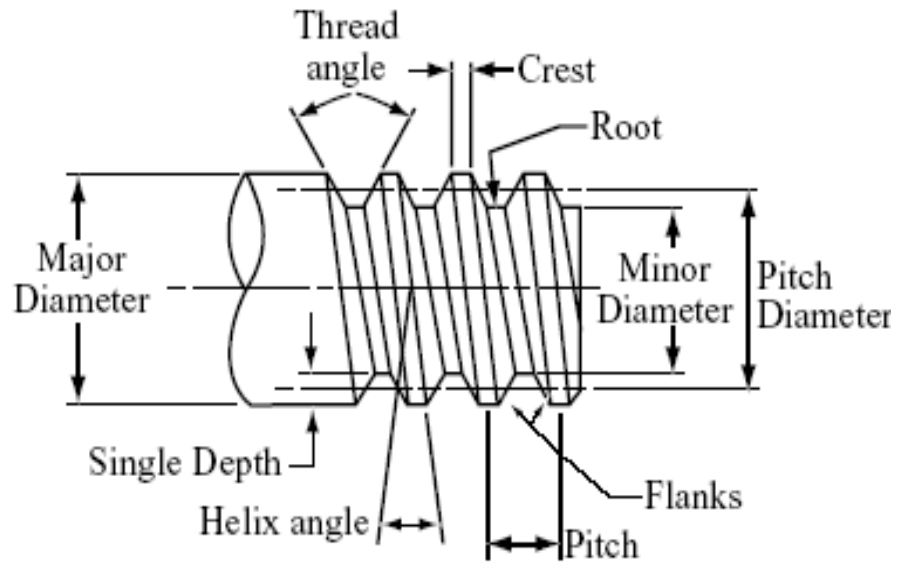
yang telah telah disebutkan diatas, pada proses pembuatannya harus tetap mengacu dan berpedoman pada standar umum yang telah disepakti, yaitu meliputi nama-nama jenis ulirnya, nama-nama bagiannya, ukurannya, toleransinya dan peristilahan-peristilahannya sehingga hasilnya dapat digunakan sesusai keperuntukannya.

1) Bagian-bagian ULir

Pada Ulir terdapat beberapa bagian yang dengan peristilahan nama tertentu diantaranya, pada bagian lingkaran ulir terdapat gang *(pitch-P)* dan kisar *(lead-L)*. Pengertian “gang” adalah jarak puncak ulir terdekat dan pengertian “kisar” adalah jarak puncak ulir dalalam satu putaran penuh (Gambar 4.41). Bila dilihat dari jumlah uliranya, jenis ulir dapat dibagi menajadi dua jenis yaitu: ulir tunggal (*Single thread)* dan ulir ganda/majemuk (*Multiple thread*). Disebut ulir tunggal apabila dalam satu kali keliling benda kerja hanya terdapat satu alur ulir dan disebut ulir ganda/majemuk jika mempunyai lebih dari satu alur ulir dalam satu keliling lingkaran.

Gambar 4.41. Ulir tunggal kanan

Bila dilihat dari arah uliranya, jenis ulir dapat dibagi menajadi dua jenis yaitu: ulir kanan (*righ hand screw thread*) dan ulir kiri (*left hand screw thread).* Disebut ulir kanan apabila ulirannya mengarah kekanan (Gambar 4.42), dan disebut ulir kiri apabila arah ulirannya mengarah kekiri (Gambar 4.43).

Gambar 4.42. Ulir tunggal kanan dan arah uir

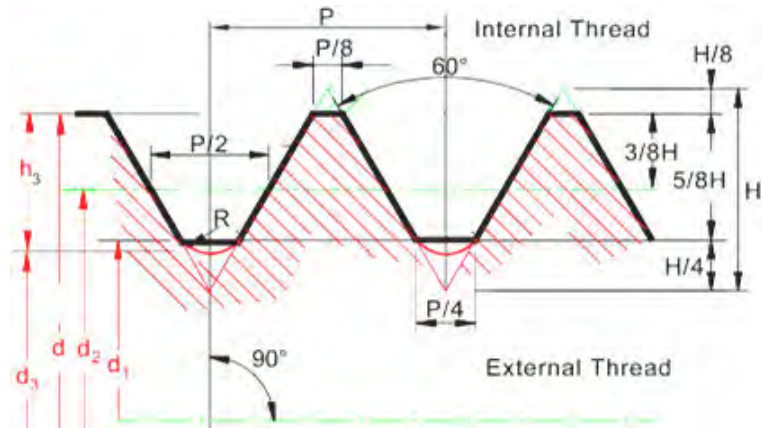
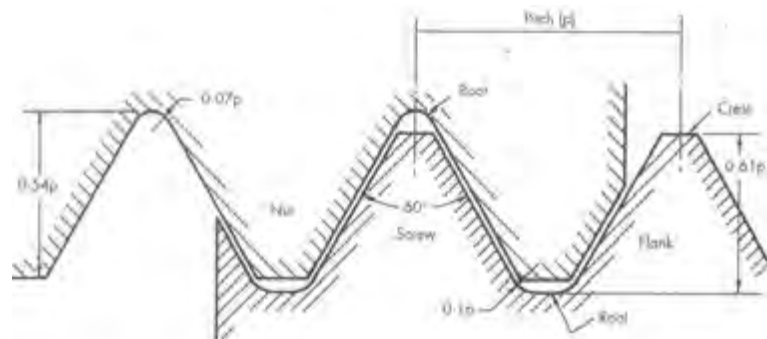
.

Gambar 4.3. Ulir tunggal kiri dan arah ulir

Selain itu ulir juga memiliki standar nama ukuran yang baku, diantaranya diameter terbesar atau nomilal *(mayor diameter)*, diameter tusuk *(pitch diameter)* dan diameter terkecil atau diameter kaki *(minor diameter).* Nama ulir bagian luar dan ulir bagian dalam dapat dilihat pada (Gambar 4.44). Sedangkan mama-nama bagian ulir luar secra lengkap dapat dilihat pada (Gambar 4.45).

Gambar 4.44. Nama-nama bagian ulir luar dan dalam

Gambar 4.45. Nama-nama bagian ulir luar

2) Standar Ulir Untuk Penggunaan Umum

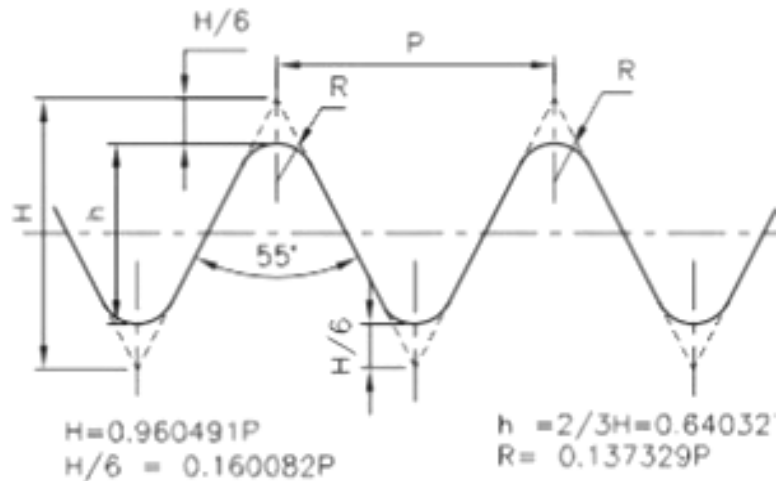
Didalam melakukan pembubutan ulir untuk penggunaan umum harus mengacu pada standar yang telah ditetapakan pada gambar kerja. Terdapat macam-macam standar ulir yang dapat dijadikan acauan, sehingga hasil penguliran sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Macam-macam standar ulir untuk penggunaan umum diantaranya:

a) ***Metrik V Thread Standard***

Jenis ulir *Metrik V Thread Standard* atau biasa disebut ulir segitiga metrik, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan milimeter (mm) dengan total sudut ulir sebesar 60º (Gambar 4.46). Selain itu ulir metrik memiliki kedalaman ulir baut (luar) 0,61P dengan radius pada dasar ulirnya 0,7 P dan kedalaman ulir murnya (dalam) 0,54 P dengan radius pada dasar ulirnya 0,07 P. (Gambar 4.47).

Gambar 4.46. Sudut ulir metrik

Gambar 4.47. Kedalaman ulir standar metrik

Untuk operasional dilapangan, penulisan ulir metrik diberi lambang M yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya M 12x1,75 artinya: standar ulir mertrik dengan diameter nominal 12 mm dan gang/kisarnya 1,75 mm.

b) ***British Standard Whitworth Thread (BSW)***

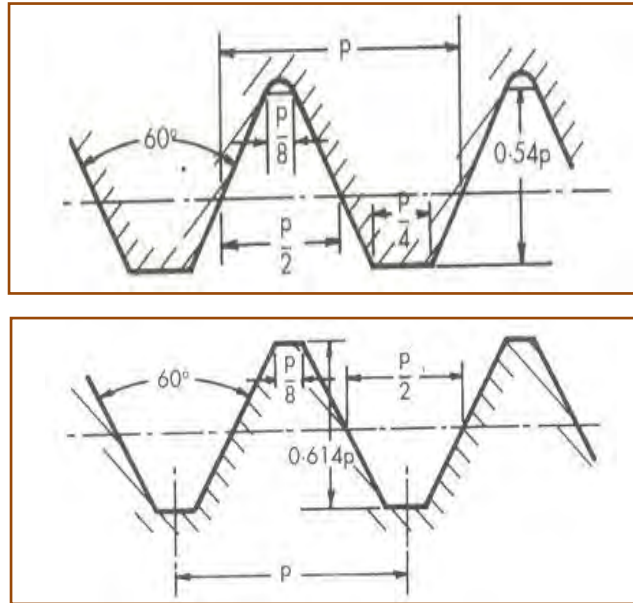
Jenis ulir *British Standard Whitworth Thread (BSW)* atau biasa disebut ulir standar whitwhorth, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan inchi (1 inchi= 1mm) dengan total sudut ulir sebesar 55º, kedalaman ulir total 0,96 P, kedalaman ulir riil 0,64 dan pada dasar dan puncak ulirnya memiliki radius 0,137 inchi. (Gambar 4.48).

Gambar 4.48. Dimensi ulir whitwhorth

Untuk operasional dilapangan, penulisan ulir whitworth diberi lambang BSW atau W yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya W 1/2x14 artinya: standar ulir whitworth dengan diameter nominal 1/2 inchi dan gang/kisarnya 14 sepanjang satu inchi.

c) British standard Fine Thread (BSF)

Jenis ulir *British standard Fine Thread (BSF),* memiliki satuan dan profil yang sama dengan jenis ulir standar whitwhorth yaitu memiliki total sudut ulir sebesar 55º, kedalaman ulir total 0,96 P, kedalaman ulir riil 0,64 dengan pada dasar dan puncak ulirnya 0,1

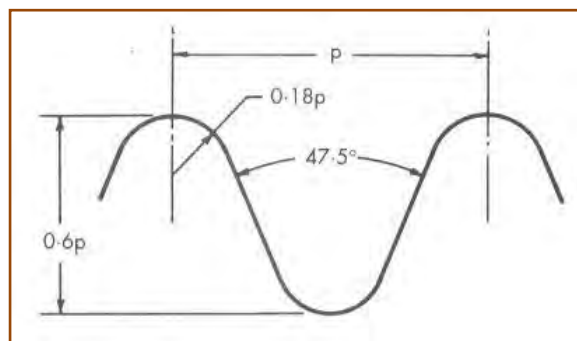
d) Unified National Coarse Thread (UNC)

Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC),* memiliki total sudut 60º dengan kedalaman ulir baut (luar) 0,614 P dan kedalaman ulir murnya (dalam) 0,54 P (Gambar 4.49).

Gambar 4.49. Dimensi ulir *unified national coarse thread (UNC),*

e) *Unified National Fine Thread (UNF)*

Jenis ulir *Unified National Fine Thread (UNC)* memiliki profil yang sama dengan Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC),* perbedaannya kisar ulirnya lebih halus.

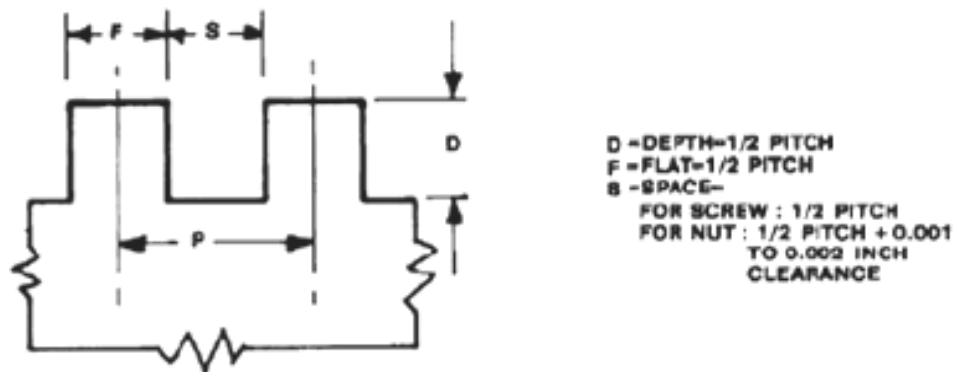
f) *British Association Thread (BA)*

Jenis ulir *British Association Thread (BA)* atau bisa disebut ulir bola, memiliki total sudut 47,5º dengan kedalaman ulir 0,6 P dan radius pada ujung ulir memiliki radius 0,18 P (Gambar 4.50).

Gambar 4.50. Dimensi ulir *british association thread (BA)*

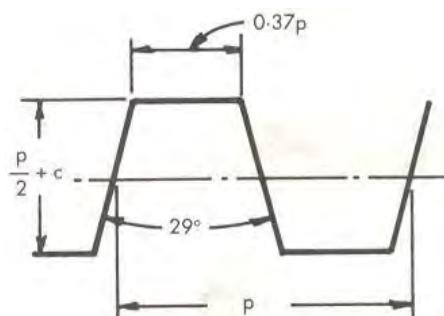
3) **Standar Ulir Untuk Penggunaan Transmisi Berat Dan Gerak**

Didalam melakukan pembubutan ulir untuk penggunaan transmisi berat dan gerak harus mengacu pada standar yang telah ditetapakan pada gambar kerja. Terdapat macam-macam standar ulir yang dapat dijadikan acauan, sehingga hasil penguliran sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Macam-macam standar ulir untuk penggunaan umum diantaranya:

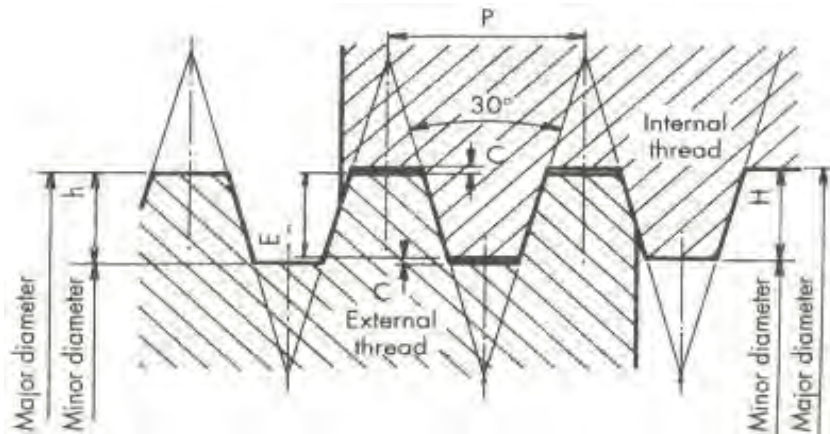
1) ***Square Thread Form***

Jenis ulir *Square Thread Form* atau biasa disebut ulir segi empat, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya segi empat denagnbentuk sudut yang siku (Gambar 4.51).

Gambar 4.51. Dimensi ulir *Square Thread Form*

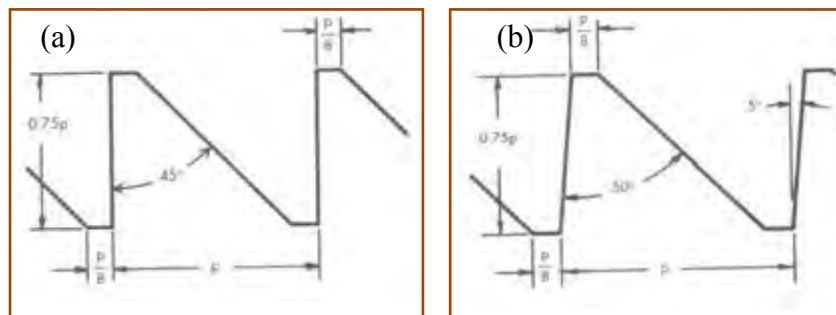
2) ***Acme Trhead Form***

Jenis ulir *acme trhead form* atau biasa disebut ulir Acme, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 29º dan lebar puncak ulirnya 0,37 P (Gambar 4.52).

Gambar 4.52. Dimensi ulir *acme trhead form*

3) ***Metrik ISO Trapezoidal Tread***

Jenis ulir *metrik iso trapezoidal tread* atau biasa disebut ulir trapesium, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 30º (Gambar 4.53).

Gambar 4.53. Dimensi ulir *metrik iso trapezoidal tread*

4) ***Batres Tread***

Jenis ulir *Batres Tread* atau biasa disebut ulir gergaji terdapat dua jenis yaitu, **pertama:** ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 45º dan kedalaman ulirnya 0,75 P (Gambar 4.54a), **kedua:** ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 50º dan kedalaman ulirnya sama yaitu 0,75 P (Gambar 4.54b).

Gambar 4.54. Dimensi ulir *metrik iso trapezoidal tread*

4) **Teknik Dasar Pembubutan ULir Segitiga**

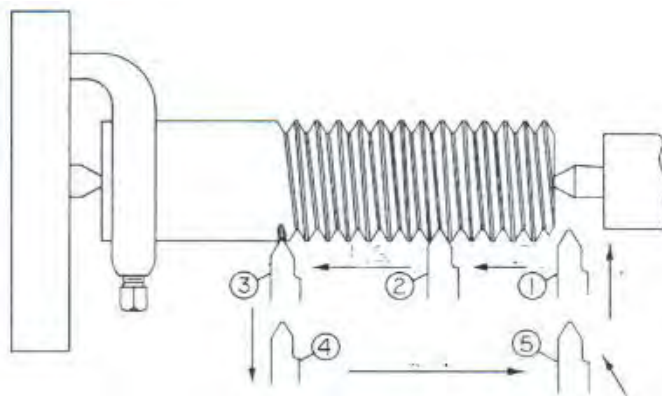
Pada proses pembubutan ulir segitiga selain harus mengikuti dan ketentuan sebagaimana pada proses pembubutan lainnya, ada beberapa teknik dasar lain

yang harus dipahami sebelum melakukan pembubutan ulir. Beberapa teknik yang mendasari proses pembubutan ulir tersebut diantaranya:

a) Metoda Pemotongan Ulir Segitiga

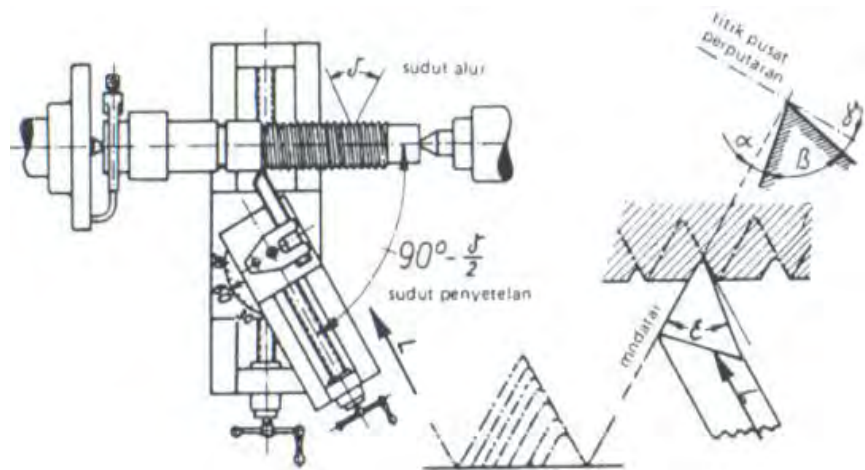
Metoda Pemotongan ulir pada mesin bubut dapat dilakukan dengan tiga cara diantaranya:

- **PemotonganTegak lurus terhadap sumbu (dengan eretan lintang)**

  Yang dimaksud pemotongan ulir dengan cara tegak lurus terhadap sumbu adalah, proses pembubutan ulir pemakanannya dilakukan dengan cara posisi pahat ulir maju terus tegak lurus terhadap sumbu sehingga pahat bubut mendapatkan beban yang lebih besar karena ketiga sisi mata sayat melakukan pemotongan bersama-sama (Gambar 4.55). Keuntungan cara pemotongan ulir seperti ini adalah, lebih cepat, halus dan mudah cara melakukannya. Sedangkan kekurangannya adalah, beban pahat lebih besar karena ketiga mata sayat pahat bubut serentak melakukan pemotongan dan pahat cepat panas sehingga cenderung cepat rusak. Cara pemotongan seperti ini disarankan hanya digunakan untuk pemotongan ulir yang memiliki ukuran gang/kisar kecil.

Gambar 4.55. Pembubutan ulir dengan cara tegak lurus

- **Pemotongan Miring dengan menggeser eretan atas**

  Yang dimaksud pemotongan ulir miring dengan menggeser eretan atas adalah, proses pembubutan ulir pemakanannya dilakukan dengan cara pahat dimiringkan sebesar stengah sudut ulir dengan memiringkan

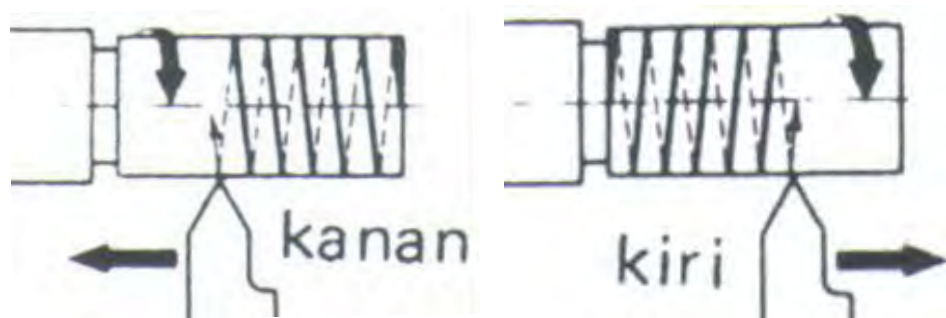
dudukan pada eretan atas (Gambar 4.56). Keuntungan cara pemotongan ulir seperti ini adalah, beban pahat lebih ringan dan tidak cepat panas. Sedangkan kekurangannya adalah prosesnya lebih lama dan hasil lebih kasar. Cara pemotongan seperti ini disarankan hanya digunakan untuk pemotongan ulir yang memiliki ukuran gang/kisar sedang.

Gambar 4.56. Pembubutan ulir dengan cara memiringkan eretan atas

- **Pemotongan Zig-zag**

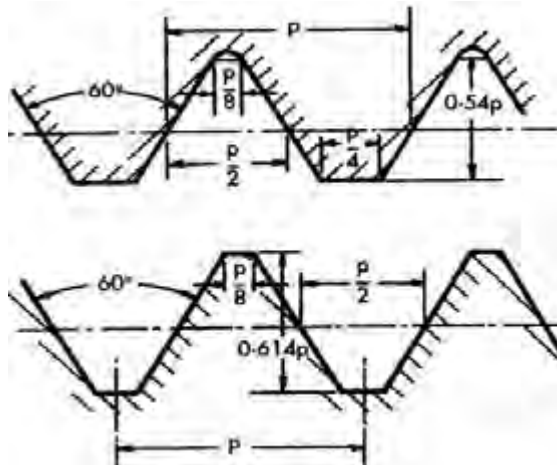
  Yang dimaksud pemotongan ulir dengan cara zig-zag adalah, proses pembubutan ulir dilakukan dengan cara pemakanan bervariasi yaitu pemakanan sampai pada kedalaman ulir tidak hanya tegak lurus menggunakan eretan lintang saja, melainkan pemakanan divariasi dengan menggeser eretan atas sebagai dudukan pahat ulir arah kekanan atau kekiri. (Gambar 4.57). Keuntungan cara pemotongan ulir seperti ini adalah hasil pembubutan dan beban pahat ringan . Sedangkan kekurangannya adalah prosesnya lebih lama dan prosesnya memerlukan ketrampilan khusus. Cara pemotongan seperti ini disarankan hanya digunakan untuk pemotongan ulir yang memiliki ukuran gang/kisar besar.

Gambar 4.57 Metoda pemotongan ulir dengan cara zig-zag

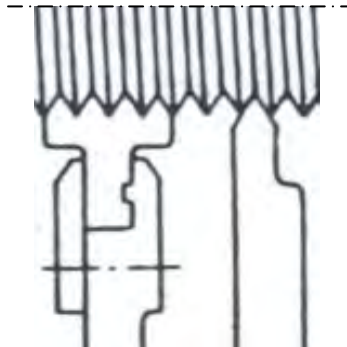
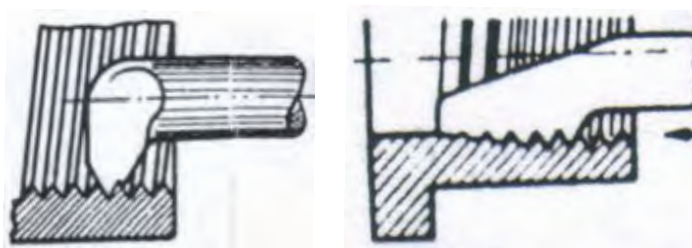
b) Arah Pemotongan Ulir

Arah pemotongan ulir tergantung dari jenis ulirnya yaitu ulir kiri atau kanan. Apabila jenis ulirnya kanan, arah pemotongan ulirnya dimulai start awal dari posisi ujung benda kerja bagian kanan, dan untuk ulir kiri, arah pemotongan ulirnya dimulai start awal dari posisi ujung benda kerja bagian kiri (Gambar 4.58).

Gambar 4.58. Arah pemotongan ulir kanan dan kiri

c) Kedalaman Pemotongan Ulir

Untuk mendapatkan kedalamam ulir yang standar pada proses pembubutan ulir segitiga, perlu memiliki acuan yang standar agar prosesnya efisien dan hasilnya dapat memenuhi sesuai tuntutan pekerjaan. Dari uraian materi sebelumnya telah dijelaskan bahwa, kedalaman ulir segitiga jenis metris untuk baud (ulir luar) kedalamannya sebesar "0,61 mm x Kisar", dan untuk murnya (ulir dalam) kedalamannya sebesar "0,54 mm x Kisar". (Gambar 4.59). Ketentuan lain sebelum melakukan pemotongan ulir adalah, kurangi diameter nominal ulir sebesar 1/10.K atau $d_{ulir} = D_{nomina}l \times 1/10$ K.

Gambar 4.59. Kedalaman pemotongan ulir metris

d) Proses Pemotongan ULir Segitiga

Proses pemotongan ulir segitiga pada mesin bubut dapat menggunakan dua jenis pahat ulir yaitu pahat ulir mata potong tunggal atau majemuk. Pemotongan ulir luar (baut) dengan pahat mata potong satu dan majemuk dapat dilihat pada (Gambar 4.60) dan pemotongan ulir dalam (mur) dengan pahat mata potong satu dan majemuk dapat dilihat pada (Gambar 4.61).

Gambar 4.60. Pemotongan ulir luar dengan pahat mata potong satu & majemuk

Gambar 4.61. Pemotongan ulir dalam dengan pahat mata potong satu & majemuk

5) **Langkah-langkah Pembubutan Ulir Segitiga**

Langkah-langkah dalam melaksanakan pembubutan ulir sigitiga adalah sebagai berikut:

a) **Persiapan Mesin**

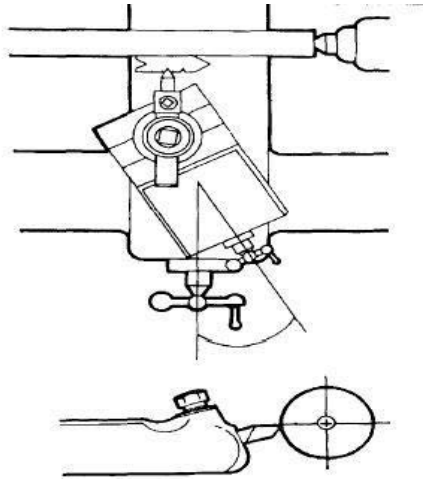
Persiapan mesin sebelum melaksanan pembubutan ulir diantaranya:

- Chek kondisi mesin dan yakinkan bahwa mesin siap digunakan
- Aktifkan sumber listrik dari posisi OF kearah ON
- Tetapkan besarnya putaran mesin dan arah pemakananan
- Persiapkan susunan roda gigi dalam kotak gigi (*gear box*) dan atur handel-handelnya sesuai dengan jenis dan kisar ulir/gang yang akan dibuat berdasarkan tabel yang tersedia pada mesin.

b) **Pelaksanan Pembubutan Ulir Segitiga**

- Siapkan benda kerja, poros atau lubang dengan diameter yang sesuai/diinginkan untuk dibuat ulir dan cekam benda kerja dengan kuat
- Topang/tahan ujung benda kerja dengan senter putar apabila benda kerja yang akan diulir berukuran yang panjang.

- Laksanakan pembubutan benda kerja yang akan diulir sampai pada diameter nominal ulirnya

- Apabila benda kerja sudah siap dilkukan penguliran, lanjutkan persiapan pembubutan ulir dengandaiwalai menyetel ketinggian pahat ulir dan eretan atas pada posisi sesuai ketentuan.

- Laksanakan awal pembubutan ulir dengan kedalaman pemakanan diperkirakan tidak terlalu besar.

- Lakukan pengecekan kisar ulir dengan mal kisar ulir sebelum dilanjutkan penguliran, dan jika kisar ulir sudah sesuai pembubutan ulir dapat dilnjutkan hingga selesai.

- Pada pembubutan ulir yang tidak menggunakan loceng ulir, saat mengembalikan pahat pada posisi semula diperbolehkan dengan kecepatan putar yang lebih tinggi. Hal ini dilakukan agar supaya prosesnya lebih cepat.
- Untuk pembubutan ulir dengan loceng ulir, pada saat mengembalikan pahat ke ujung benda, tuas mur belah boleh dibuka apabila ulir transportir dengan ulir yang sedang dibuat satu sistem ukuran, misalnya sama-sama metris atau inci dan kisar poros transportir merupakan kelipatan bulat dari kisar ulir yang sedang dibuat.
- Apabila pemakanan kedalaman ulir sudah sesuai perhitungan, sebelum dilepas ckeck atau coba dulu dengan mal ulir *(trhead gauge)*

- Apabila pengepasan ulir sudah standar sesuai ketentuan, benda kerja baru boleh dilepas dari pencekamnnya.

j. Pengeboran Pada Mesin Bubut

Pengeboran (*drilling*) pada mesin bubut adalah pembuatan lubang dengan alat potong mata bor (Gambar 4.62). Proses pengeboran pada mesin bubut, pada umumnya dilakukan untuk pekerjaan lanjutan diantaranya akan dilanjutkan untuk diproses: pengetapan, pembesaran lubang (borring), rimer, ulir dalam dll. Masing-masing proses tersebut memiliki ketentuan sendiri dalam menetapkan diameter lubang bornya, maka dari itu didalam menentukan diameter bor yang akan digunakan untuk proses pengeboran di mesin bubut harus mempertimbangkan beberapa kepentingan diatas.

Gambar 4.62. Proses pengeboran pada mesin bubut

1) Persyaratan Pengeboran Pada Mesin Bubut

Untuk menghindari terjadinya mata bor patah dan pembesaran lubang pada proses pengeboran di mesin bubut, ada beberapa persyaratan teknis yang harus dilakukan sebelum melakukan pengeboran yaitu pada prinsipnya hampir sama dengan persayarantan pada saat melakukan pembubutan permukaan dan membuat lubang senter bor diantaranya:

- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang, dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja *(steady rest)*.
- Senter kepala lepas harus disetting kelurusannya/kesepusatannya terlebih dahulu dengan sumbu senter spindel mesin yang berfungsi sebagai dudukan atau pemegang benda kerja.
- Permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang bor harus dibuat lubang pengarah dengan bor senter
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putarannya tidak boleh terbalik (putaran mesin harus berlawanan arah jarum jam)

2) Langkah-langkah Pengeboran Pada Mesin Bubut

Untuk mendapatkan hasil pengeboran sesuai dengan tuntutan pekerjaan, langkah-langkah pengeboran pada mesin bubut adalah sebagai berikut:

a) Persiapan Mesin Untuk Pengeboran

Persiapan mesin bubut sebelum melaksanan pengeboran diantaranya:

- Chek kondisi mesin dan yakinkan bahwa mesin siap digunakan untuk melakukan pengeboran
- Aktifkan sumber listrik dari posisi OF kearah ON
- Hitung putaran mesin sesui dengan jenis bahan benda kerja dan diameter mata bor yang digunakan
- Atur handel-handel mesin bubut, untuk mengatur besarnya putaran mesin dan arah putarannya (putaran berlawanan arah jarum jam).

b) Pelaksaan Pengeboran

- Siapkan benda kerja yang akan dilakukan pengeboran dan cekam benda kerja dengan kuat. Untuk benda kerja yang berukuran pendek, usahakan penonjolannya tidak terlalu keluar dari mulut rahang mesin bubut.

- Topang/tahan ujung benda kerja pada ujungnya dengan penahan benda kerja *(steady rest)* apabila benda kerja yang akan dilakukan pengeboran berukuran relatif panjang.

- Ratakan permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang senter bor, sebagai pengarah mata bor

- Laksanakan pembubutan lubang senter bor dengan besar putaran mesin sesuai perhitungan, dengan beracuan diameter terkecil bor senter yang digunakan acuan perhitungan. Hati-hati dalam melakukan pembubutan lubang senter, karena bor senter rawan patah apabila terkena beban kejut dan beban berat.

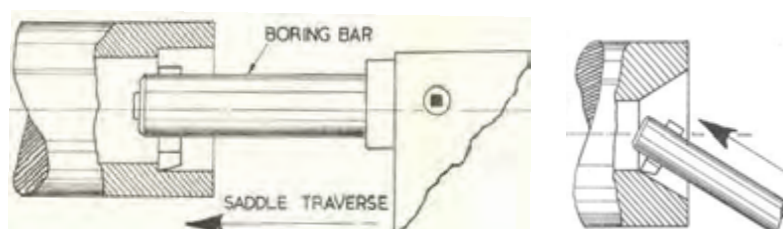
- Laksanakan pengeboran dengan kedalaman mengacu pada skala nonius kepala lepas hingga selesai, dan jangan lupa gunakan air pendingin agar mata bor tidak cepat tumpul

- Apabila sudah selesai melakukan pengeboran, sebelum benda kerja dilepas lakukan pengukuran kedalamannya, dan apabila sudah yakin bahwa kedalaman pengeboran sudah sesuai dengan tuntutan pekerjaan benda kerja boleh dilepas dari pencekamnya.

k. Pembubutan Diameter Dalam *(Boring)*

Pembubutan diameter dalam atau juga disebut pembubutan dalam adalah proses memperbesar diameter lubang sebuah benda kerja pada mesin bubut yang sebelumnya dilakukan proses pengeboran. Jadi pembubutan dalam hanya bersifat perluasan lubang atau membentuk bagian dalam benda kerja (Gambar 4.63) .

Gambar 4.63. Proses pembubutan diameter dalam

Pembububutan diameter dalam dapat dilakukan untuk menghasilkan diameter dalam yang lurus dan tirus (Gambar. 4.64). Untuk diameter yang lurus, pemotongannya dapat dilakukan secara manual dan otomatis. Sedangkan untuk diameter yang tirus hanya dapat dilakukan secara manual dengan menggeser eretan atas kecuali menggunakan perlengkapan tirus *(taper attachment)* baru dapat dilakukan pemotongan secara otomatis.

Gambar 4.64. Proses pembubutan diameter dalam lurus dan tirus

1) **Persyaratan Pembubutan Diameter Dalam *(Boring)***

Untuk menghindari terjadinya getaran pada proses pembubutan diameter dalam, ada beberapa persyaratan teknis yang harus dilakukan diantaranya:

- Pemasangan pahat bubut dalam harus kuat dan setinggi senter.
- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang, dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja *(steady rest)*.
- Sebelum dilakukan pembubutan lubang harus dilakukan pembuatan lubang awal terlebih dahulu
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putaran harus disesuaikan dengan posisi mata sayat pahat dalamnya

2) **Langkah-langkah Pembubutan Diameter Dalam**

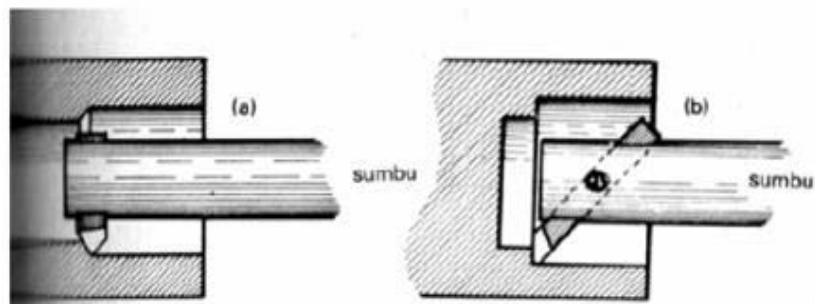
Untuk mendapatkan hasil pembubutan dalam sesuai dengan tuntutan pekerjaan, langkah-langkah yang harus dilkukan adalah sebagai berikut:

a) Persiapan Mesin

Persiapan mesin sebelum melaksanan pembubutan dalam diantaranya:

- Chek kondisi mesin dan yakinkan bahwa mesin siap digunakan untuk melakukan pembubutan diameter dalam
- Aktifkan sumber listrik dari posisi OF kearah ON
- Hitung putaran mesin sesui dengan jenis bahan benda kerja dan diameter lubang yang akan dibuat
- Atur handel-handel mesin bubut untuk mengatur besarnya putaran mesin dan arah putarannya

b) Pelaksaan Pembubutan Diameter Dalam

- Siapkan benda kerja yang akan dilakukan pembubutan diameter dalam dan cekam benda kerja dengan kuat. Selanjutnya lakukan pengeboran dengan tahapan seperti yang telah di bahas pada materi sebelumnya.
- Pasang pahat bubut dalam, sesuai jenis lubang yang akan dikerjakan. Untuk lubang tembus gunakan pahat dalam yang berfungsi untuk memperbesar lubang tembus, dan untuk lubangtidak tembus gunakan pahat dalam yang berfungsi untuk memperbesar lubang tidak tembus

- Lakukan proses pembubutan diameter dalam dengan panjang pembubutan kurang-lebih 3-5 mm, dengan tujuan untuk mengecek kedalaman pemakanan apakah sudah sesuai setting pahatnya. Selanjutnya hentikan mesin dan periksa diameternya pada tahap itu. Apabila diameter ukurannya lebih kecil dari yang dikehendaki, kedalaman pahat perlu ditambah. Apabila diameter ukurannya lebih besar dari yang dikehendaki, kedalaman pahat perlu dikurangi. Ulangi proses pembubutan berikutnya dengan kecepatan dan kedalaman sayat yang lebih kecil.

- Apabila sudah selesai melakukan pembubutan diametrer dalam, sebelum benda kerja dilepas lakukan pengukuran diameternya, dan apabila sudah yakin bahwa kedalaman pengeboran sudah sesuai dengan tuntutan gambar kerja, benda kerja boleh dilepas dari pencekamnya.

l. Pengkartelan Pada Mesin Bubut

Mengkartel pada mesin bubut adalah proses pembuatan alur/gigi melingkar pada bagian permukaan benda kerja dengan tujuannya agar permukannya tidak licin pada saat dipegang oleh tangan. Contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai

palu besi dan pemutar tap dan komponen lain yang memerlukan pemegannya tidak licin (Gambar 4.65). Bentuk/profil hasil hasil pengkartelan akan mengikuti jenis katertel yang digunakan. ada yang belah ketupat, dan ada yang lurus tergantung gigi kartelnya.

Gambar 4.65. Contoh hasil pengkartelan

1) Menetukan Putaran Mesin dan Diameter Benda Kerja

Untuk menentukan putaran mesin pada saat mengkartel, gunakan putaran kurang-lebih "¼" dari putaran normal atau n_{kartel}= ¼ x n_{normal}, dengan tujuan agar supaya roll dan porosnya tidak mendapat beban yang berat dan terjadi gesek yang tinggi. Untuk mengurangi terjadinya gesekan antara roll dan poros, berikan pelumasan sebelum katel digunakan.

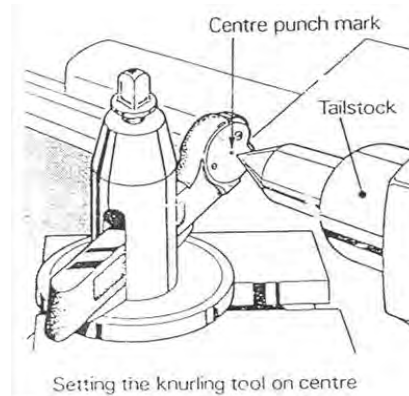
a) Menetukan Diameter Benda Kerja

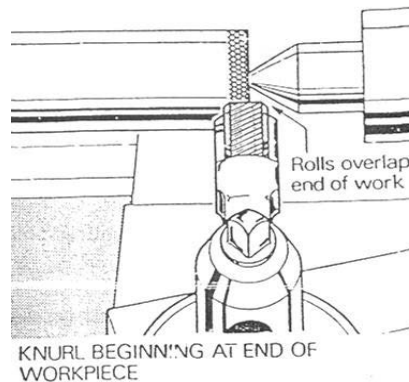
Untuk mendapatkan diameter kartel sesuai dengan ukuran yang diharapkan, sebelum dikartel diameter benda kerja terlebih dahulu dikurangi sebesar ±1/3÷1/2 kali kisar kartel atau D_{kartel} = D - (1/3 x Kisar $_{kartel}$). Hal ini dapat terjadi karena benda kerja akan mengembang pada saat dikartel. Dan jangan lupa pada saat mengkartel selalu gunakan cairan pendingin, dengan tujuan mempermudah pemotongan dan juga agar supaya kartel tidak panas.

b) Langkah-langkah Mengkartel Pada Mesin Bubut

- Bubut diameter benda kerja sesuai ketentuan, yaitu: D_{kartel} = D- (1/3x Kisar $_{kartel}$).

- Pasang kartel dengan kuat dan setinggi senter sebagaimana pemasangan alat potong pada proses pembubutan lainnya

Setting the knurling tool on centre

- Atur putaran mesin sesuai ketentuan, yaitu $n_{kartel} = \frac{1}{4} \times n_{normal}$.
- Lakukan pengkartelan dimulai pada ujung benda kerja, dengan cara posisi kartel dimiring kurang lebih 3º-5º

KNURL BEGINNING AT END OF WORKPIECE

- Laksanakan pengkartelan secara otomatis hingga mencapai panjang yang dikehendaki. Jangan lupa gunakan pendingan pada saat mengkartel

- Netralkan gerakan otomatisnya dan ukur diameter hasil pengkartelan. Apabila diameternya belum mencapai ukuran yang dikehendaki, tambah kedalaman pengkartelan dengan cara penambahan pemakanannya pada posisi spindel mesin hidup/berputar. Jangan lupa arah putaran mesinnya tetap sama dan yang perlu dibalik hanya arah gerakkan otomatisnya, yaitu dengan cara mengatur tuas pembalik arah poros pembawa gerakan eretan memanjang. Selanjutnya lakukan kembaili pengkartelan secara otomatis hingga selesai.

m. Penerapan Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L) Pada Proses Pembubutan

Kegiatan produksi pada bengkel manufaktur terutama pada proses pembubutan, penerapan kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan (K3L) di lingkungan kerja seharusnya sudah menjadi keasadaran diri yang harus dilaksanakan tanpa adanya peringatan dan bahkan paksaan dari siapapun. Karena pada dasarnya penerapan K3L di lingkungan kerja secara langsung maupun tidak langsung akan berdampak pada diri sendiri, orang disekitarnya, mesin, peralatan dan lingkungan kerja sehari-hari. Dengan demikian, apabila K3L diterapkan dengan penuh kesadaran akan berdampak positif dan jika tidak akan berdampak negatif terhadap diri sendiri dan lingkungan kerja.

Terdapat beberapa kegiatan standar yang harus dilakukan dan tidak boleh dilakukan terkait penerapan K3L pada saat melakukan proses pembubutan, diantaranya:

1) Yang harus dilakukan

Kegiatan yang harus dilakukan terkait penerapan K3L pada saat proses pembubuatan diantaranya:

- **Menggunakan Pakaian Kerja**

  Untuk menghindari baju dan celana harian terkena kotoran, oli dan benda-benda lain pada saat melakukan proses pembubutan, operator harus menggunakan pakaian kerja yang standar sebagaimana terlihat pada (Gambar 4.66).

Gambar 4.66. Penggunakan pakaian kerja yang standar
pada saat proses pembubutan

- Menggunakan Kaca Pengaman *(Safety Glasses)*

  Untuk menghindari mata terkena atau kemasukan tatal/beram pada saat proses pembubutan, maka selama melakukan pemotongan harus menggunakan kaca mata yanag sesuai standar keselamatan kerja (Gambar 4.67)

Gambar 4.67. Menggunaan kaca mata yang standar
pada saat proses pembubutan

- Menggunakan Sepatu Kerja

  Pada saat melakukan proses pembubutan, tidak bisa dihindari adanya chip/beram yang berserakan dilantai akibat dari hasil pemotongan. Selain itu ada kemungkinan benda/alat atau perlengkapan lain terjatuh dari atas dan juga oli yang berceceran. Maka dari itu, pada saat melakukan proses pembubutan harus menggunakan sepatu kerja sesuai standar yang berlaku (Gambar 4.68).

Gambar 4.68. Menggunakan sepatu kerja yang standar
pada saat proses pembubutan

- Menggunakan Alat Penarik Beram

  Proses pembubutan akan mengsilkan potongan tatal/beram. Hasil potongaan yang melilit pada benda kerja, apabila dianggap perlu untuk menghilangkannya harus menggunakan alat penarik beram agar tangan tidak terluka (Gambar 4.69).

Gambar 4.69. Penggunakan batang penarik pada saat menarik tatal/beram

2) Yang Tidak boleh dilakukan

Kegiatan yang tidak boleh dilakukan pada saat proses pembubuatan diantaranya:

- **Menempatkan Peralatan Kerja Yang Tidak Aman**

  Agar semua peralatan aman dan mudah diambil pada saat akan digunakan, perlatan harus diletakkan dan ditempatkan pada posisi yang aman dan ditata dalam penempatannya. Penempatan peralatan sebagaimana (Gambar 4.70),

sangat tidak dibenarkan karena peralatan rawan akan terjadinya kerusakan akibat saling berbenturan atau mudah terjatuh.

Gambar 470. Penempatkan peralatan kerja yang tidak aman

- **Meninggalkan Kunci Cekam Pada Mulut Pengencang Cekam Mesin Setelah Melepas Benda Kerja**

  Menempatkan kunci cekam pada mulut pengencang cekam setelah melepas benda kerja (Gambar 4.71), adalah kegiatan yang sangat membahyakan bagi operator dan orang-orang yang ada disekitarnya, karena apabila mesin dihidupkan sedangkan kunci cekam masih menempel di mulut kunci cekam mesin, kunci cekam akan terlempar dengan arah yang tidak jelas sehingga dapat mengenai siapa saja yang ada disekitarnya.

Gambar 471. Menempatkan kunci cekam pada
mulut pengencang cekam setelah melepas benda kerja

- **Berkerumunan Disekirtar Mesin Bubut Tanpa Alat Pelindung**

  Berkerumunan disekirtar mesin bubut tanpa alat pelindung adalah salahsatu kegitan yang sangat membahayakan, karena rawan terjadi kecelakaan akibat loncatan tatal/beram atau perlengkapan mesin bubut yang terjatuh (Gambar 4.72)

Gambar 472. Bekerumunan disekirtar mesin bubut yang sedang beroperAsi, tanpa menggunakan pakaian kerja dan alat keselamatan kerja.

- **Membiarkan air Pendingin dan Tatal/Beram Berserakan di Lantai**

  Dengan membiarkan air pendingan dan tatal berserakan dilantai (Gambar 4.73), akan mengakibatkan terjadinya kecelakaan. Misalnya lantai jadi licin sehingga orang yang lewat mudah terjatuh dan tatalnya dapat mengakibatkan orang yang lewat terluka kakinya. Selain itu dilarang keras bekas air pendingin dibuang sembarangan, karena campuran air pendingin mengandung bahan kimia yang berbahaya.

Gambar 473. Membiarkan air pendingan dan tatal berserakan

- **Menggunakan Sarung Tangan Pada Saat Melakukan Pembubutan**

  Menggunakan sarung tangan pada saat melakukan pembubutan, juga sangat tidak dianjurkan. Karena jika menggunakan sarung tangan kepekaan tangan jadi berkurang, sehingga dalam melakukan pengukuran hasil pembubutan kurang sensitif (Gambar 4.74), dan juga tangan jadi kuarang peka terhadap kejadian-kejadian lainnya yang dapat mengakibatkan tangan rawan terjadi kecelakaan.

Gambar 4.74. Menggunakan sarung tangan
pada saat melakukan pembubutan

- **Membuang Tatal/Beram Bersama Jenis Sampah Lainnya**

Kegiatan membuang tatal/beram hasil pembubutan bersama-sama jenis sampah lainnya sangatlah tidak dianjurkan (Gambar 4.75), karena demi kesehatan lingkungan sampah jenis organik dan an-organik seharusnya dibedakan sehingga pengolahan akhirnya lebih mudah

Gambar 4.75. Membuang tatal/beram, besama jenis sampah lainnya

3. **Rangkuman**

Pemasangan pahat bubut:

Persyaratan utama dalam melakukan proses pembubutan adalah, pemasangan pahat bubut ketinggiannya harus sama dengan pusat senter. Persyaratan tersebut harus dilakukan dengan tujuan agar tidak terjadi perubahan geometri pada pahat bubut yang sedang digunakan.

Pembubutan Permukaan Benda Kerja (*Facing*):

Persyaratan yang harus dilakukan pada saat membubut permukaan diantarannya, **pertama**: benda kerja berukuran pendek dapat dilakukan pencekaman langsung dengan cekam mesin, **kedua:** untuk pemasangan benda kerja yang memiliki ukuran tidak terlalu panjang, disarankan pemasangannya ditahan oleh senter putar/tetap, dan **ketiga:** untuk benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang dan pada prosesnya tidak mungkin dipotong-potong terlebih dahulu, maka pada saat membubut permukaan harus ditahan dengan penahan benda kerja yaitu *steady rest.*

proses pembubutan permukaan benda kerja dapat dilakukan dari berbagai cara yaitu:

- Membubut permukaan benda kerja dengan start pahat bubut dari sumbu senter
- Membubut permukaan benda kerja dengan start pahat bubut dari luar bagian kiri benda kerja.

Pembubutan/Pembuatan Lubang Senter:

Untuk menghindari terjadinya patah pada ujung mata sayat bor senter akibat kesalahan prosedur, ada beberapa persyaratan dalam membuat lubang senter pada mesin bubut selain yang dipersyaratan sebagaimana pada saat meratakan permukaan benda kerja yaitu penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja *(steady rest),* persyaratan lainnya adalah:

- Sumbu senter spindel mesin harus satu sumbu dengan kepala lepas
- Permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang senter harus benar-benar rata terlebih dahulu atau dilakukan pembubutan muka atau
- Putaran mesin bubut pada saat pembuatan lubang senter bor harus sesuai ketentuan yaitu, selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan arah putarannya tidak boleh terbalik (putaran mesin harus berlawanan arah jarum jam)

Pembubutan Lurus:

Proses pemembubutan rata/lurus, ada beberapa cara pemegangan atau pengikatannya yaitu tergantung dari ukuran panjangnya benda kerja diantranya:

- Pengikatan benda kerja yang berukuran relatif pendek, dapat dilakukan dengan cara langsung diikat menggunakan cekam mesin.
- Pengikatan benda kerja yang berukuran relatif panjang, pada bagian ujung yang menonjol keluar ditahan dengan senter putar
- Pengikatan benda kerja yang berukuran realatif panjang yang dikawatirkan akan terjadi getaran pada bagian tengahnya, selain pada bagian ujung benda kerja yang menonjol keluar ditahan dengan senter putar, juga pada bagian tengahnya harus ditahan dengan penahan benda kerja/*steady ress*
- Pengikatannnya dengan cara ditahan diantara dua senter

Pembubutan Tirus *(Taper):*

Pembubutan tirus dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya:

- Pembubutan tirus yang pendek ukurann panjangya dengan cara membentuk pahat bubut
- Pembubutan tirus yang sedang ukuran panjangnya dengan cara menggeser eretan atas
- Pembubutan tirus bagian luar yang relatif panjang ukurannya dengan menggeser kedudukan kepala lepas

- Pembubutan tirus bagian luar/dalam yang relatif panjang ukurannya dengan menggunakan perlengkapan tirus/*taper attachment*

Pelaksanakan pembubutan tirus, terdapat beberapa macam standar ketirusan yang dapat dijadikan sebagai acuan diantaranya:

- Tirus Mandril *(Mandrel Taper)*
- Tirus Morse *(Morse Tapers – Tpm)*
- Tirus Brown Dan Sharp (Brown Dan Sharp Tapers – B&S)
- Tirus Jarno (Jarno Tapers)
- Tirus Jacobs (Jacobs Tapers)
- Tirus BT (BT Tapers)
- Tirus Pena *(Pin Tapers)*

Pembubutan Alur (*Groove*):

Sesuai dengan fungsinya bentuk alur ada tiga jenis yaitu: berbentuk kotak, radius, dan V. Fungsi alur pada sebuah benda kerja adalah, **pertama:** untuk pembubutan alur pada poros lurus, berfungsi memberi kebebasan/*space* pada saat benda kerja dipasangkan dengan elemen/komponen lainnya atau memberi jarak bebas pada proses penggerindaan terhadap suatu poros; **kedua:** untuk pembubutan alur pada ujung ulir, tujuannya agar baut/mur dapat bergerak penuh sampai pada ujung ulir

Pembubutan Bentuk (Profil):

Pembubutan profil adalah proses pembubutan untuk membentuk permukaan benda kerja dengan bentuk sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Dalam membentuk permukaan benda kerja dapat dilakukan dengan cara mengatur gerakan pahat secara manual atau menggerakkan pahat secara otomatis dengan menggunakan perlengkapan bubut copy dan cara lainnya adalah dengan membentuk pahat bubut yang akan digunakan sesuai bentuk yang diinginkan

Pemotongan Pada mesin Bubut *(Cutting off)*:

Ada beberapa persyaratan umum yang harus dilakukan pada proses pemotongannya diantaranya: menggunakan pahat potong yang standar geometrinya, pemasangan benda kerja harus kuat dan tidak boleh terlalu menonjol keluar dari rahang cekam untuk benda kerja yang berukuran pendek, pemasangan pahat potong harus kuat dan tidak boleh terlalu menonjol keluar dari dudukannya, gunakan putaran mesin antara 1/4 s.d 1/3 putaran normal, bagian yang akan dipotong harus sedikit lebih lebar dibandingkan dengan lebar mata pahatnya agar pahat tidak terjepit, dan untuk pemotongan benda yang berukuran panjang boleh menggunakan penahan senter putar dengan catatan mengikuti prosedur yang benar.

Pembubutan Ulir Pada Mesin bubut:

Pembuatan ulir dengan jumlah banyak atau produk masal, pada umunya dilakukan atau diproses dengan cara diantaranya: diroll, dicetak, dipress dan diproses pemesinan dengan mesin yang desainnya hanya khusus digunakan untuk membauat ulir sehingga prosesnya cepat dan hasilnya presisi.

- **Bagian-bagian ULir**

  Pada Ulir terdapat beberapa bagian yang dengan peristilahan nama tertentu diantaranya, pada bagian lingkaran ulir terdapat gang *(pitch-P)* dan kisar *(lead-L).* Pengertian "gang" adalah jarak puncak ulir terdekat dan pengertian "kisar" adalah jarak puncak ulir dalalam satu putaran penuh. Bila dilihat dari jumlah uliranya, jenis ulir dapat dibagi menajadi dua jenis yaitu: ulir tunggal (*Single thread)* dan ulir ganda/majemuk (*Multiple thread*). Disebut ulir tunggal apabila dalam satu kali keliling benda kerja hanya terdapat satu alur ulir dan disebut ulir ganda/majemuk jika mempunyai lebih dari satu alur ulir dalam satu keliling lingkaran.

  Selain itu ulir juga memiliki standar nama ukuran yang baku, diantaranya diameter terbesar atau nomilal *(mayor diameter)*, diameter tusuk *(pitch*

diameter) dan diameter terkecil atau diameter kaki *(minor diameter).* Nama ulir bagian luar dan ulir bagian dalam dapat dilihat pada

- **Standar Ulir Untuk Penggunaan Umum**

  Macam-macam standar ulir untuk penggunaan umum diantaranya:

  - ***Metrik V Thread Standard***

    Jenis ulir *Metrik V Thread Standard* atau biasa disebut ulir segitiga metrik, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan milimeter (mm) dengan total sudut ulir sebesar 60º. Selain itu ulir metrik memiliki kedalaman ulir baut (luar) 0,61P dengan radius pada dasar ulirnya 0,7 P dan kedalaman ulir murnya (dalam) 0,54 P dengan radius pada dasar ulirnya 0,07 P.

    Untuk operasional dilapangan, penulisan ulir metrik diberi lambang M yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya M 12x1,75 artinya: standar ulir mertrik dengan diameter nominal 12 mm dan gang/kisarnya 1,75 mm.

  - ***British Standard Whitworth Thread (BSW)***

    Jenis ulir *British Standard Whitworth Thread (BSW)* atau biasa disebut ulir standar whitwhorth, adalah salah satu jenis ulir dengan satuan inchi (1 inchi= 1mm) dengan total sudut ulir sebesar 55º, kedalaman ulir total 0,96 P, kedalaman ulir riil 0,64 dan pada dasar dan puncak ulirnya memiliki radius 0,137 inchi.

    Untuk operasional dilapangan, penulisan ulir whitworth diberi lambang BSW atau W yang disertai diameter nominal dan gang/kisar ulirnya. Misalnya W 1/2x14 artinya: standar ulir whitworth dengan diameter nominal 1/2 inchi dan gang/kisarnya 14 sepanjang satu inchi.

  - **British standard Fine Thread (BSF)**

    Jenis ulir *British standard Fine Thread (BSF),* memiliki satuan dan profil yang sama dengan jenis ulir standar whitwhorth yaitu memiliki total sudut ulir sebesar 55º, kedalaman ulir total 0,96 P, kedalaman ulir riil 0,64 dengan pada dasar dan puncak ulirnya 0,1

- ***Unified National Coarse Thread (UNC)***

  Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC),* memiliki total sudut 60º dengan kedalaman ulir baut (luar) 0,614 P dan kedalaman ulir murnya (dalam) 0,54 P.

- ***Unified National Fine Thread (UNF)***

  Jenis ulir *Unified National Fine Thread (UNC)* memiliki profil yang sama dengan Jenis ulir *Unified National Coarse Thread (UNC),* perbedaannya kisar ulirnya lebih halus.

- ***British Association Thread (BA)***

  Jenis ulir *British Association Thread (BA)* atau bisa disebut ulir bola, memiliki total sudut 47,5º dengan kedalaman ulir 0,6 P dan radius pada ujung ulir memiliki radius 0,18 P

• **Standar Ulir Untuk Penggunaan Transmisi Berat Dan Gerak**

  Macam-macam standar ulir untuk penggunaan umum diantaranya:

- ***Square Thread Form***

  Jenis ulir *Square Thread Form* atau biasa disebut ulir segi empat, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya segi empat denagnbentuk sudut yang siku

- ***Acme Trhead Form***

  Jenis ulir *acme trhead form* atau biasa disebut ulir Acme, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 29º dan lebar puncak ulirnya 0,37 P

- ***Metrik ISO Trapezoidal Tread***

  Jenis ulir *metrik iso trapezoidal tread* atau biasa disebut ulir trapesium, adalah salah satu jenis ulir dengan bentuk ulirnya trapesium dan sudut ulirnya 30º

- ***Batres Tread***

  Jenis ulir *Batres Tread* atau biasa disebut ulir gergaji terdapat dua jenis yaitu, **pertama:** ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 45º dan kedalaman

ulirnya 0,75 P (Gambar 4.54a), **kedua:** ulir gergaji dengan sudut total ulirnya 50º dan kedalaman ulirnya sama yaitu 0,75 P

- **Teknik Dasar Pembubutan ULir Segitiga**

  Beberapa teknik yang mendasari proses pembubutan ulir tersebut diantaranya:

  - **Metoda Pemotongan Ulir Segitiga**

    Metoda Pemotongan ulir pada mesin bubut dapat dilakukan dengan tiga cara diantaranya:

    › Pemotongan tegak lurus terhadap sumbu (dengan eretan lintang)

    › Pemotongan miring dengan menggeser eretan atas

    › Pemotongan Zig-zag/bervariasi

  - **Arah Pemotongan Ulir**

    Arah pemotongan ulir tergantung dari jenis ulirnya yaitu ulir kiri atau kanan. Apabila jenis ulirnya kanan, arah pemotongan ulirnya dimulai start awal dari posisi ujung benda kerja bagian kanan, dan untuk ulir kiri, arah pemotongan ulirnya dimulai start awal dari posisi ujung benda kerja bagian kiri

  - **Kedalaman Pemotongan Ulir**

    Kedalaman ulir segitiga jenis metris untuk baud (ulir luar) kedalamannya sebesar "0,61 mm x Kisar", dan untuk murnya (ulir dalam) kedalamannya sebesar "0,54 mm x Kisar". (Gambar 4.59). Ketentuan lain sebelum melakukan pemotongan ulir adalah, kurangi diameter nominal ulir sebesar 1/10.K atau $d_{ulir} = D_{nomina}l \times 1/10$ K.

  - **Proses Pemotongan ULir Segitiga**

    Proses pemotongan ulir segitiga pada mesin bubut dapat menggunakan dua jenis pahat ulir yaitu pahat ulir mata potong tunggal atau majemuk.

Pengeboran Pada Mesin Bubut:

Persyaratan pengeboran pada mesin bubut diantarannya:

- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang, dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja *(steady rest).*
- Senter kepala lepas harus disetting kelurusannya/kesepusatannya terlebih dahulu dengan sumbu senter spindel mesin yang berfungsi sebagai dudukan atau pemegang benda kerja.
- Permukaan benda kerja sebelum dibuat lubang bor harus dibuat lubang pengarah dengan bor senter
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putarannya tidak boleh terbalik (putaran mesin harus berlawanan arah jarum jam)

Pembubutan Diameter Dalam *(Boring)*:

Untuk menghindari terjadinya getaran pada proses pembubutan diameter dalam, ada beberapa persyaratan teknis yang harus dilakukan diantaranya:

- Pemasangan pahat bubut dalam harus kuat dan setinggi senter.
- Penonjolan benda kerjanya tidak boleh terlalu panjang, dan untuk benda kerja yang berukuran panjang harus ditahan dengan penahan benda kerja *(steady rest).*
- Sebelum dilakukan pembubutan lubang harus dilakukan pembuatan lubang awal terlebih dahulu
- Selain besarnya putaran mesin harus sesuai dengan perhitungan, arah putaran harus disesuaikan dengan posisi mata sayat pahat dalamnya

Mengkartel Pada Mesin Bubut:

Mengkartel pada mesin bubut adalah proses pembuatan alur/gigi melingkar pada bagian permukaan benda kerja dengan tujuannya agar permukannya tidak licin pada saat dipegang oleh tangan. Bentuk/profil hasil hasil pengkartelan akan

mengikuti jenis katertel yang digunakan. ada yang belah ketupat, dan ada yang lurus tergantung gigi kartelnya.

- **Menetukan Putaran Mesin dan Diameter Benda Kerja**

  Untuk menentukan putaran mesin pada saat mengkartel, gunakan putaran kurang-lebih "¼" dari putaran normal atau n_{kartel}= ¼ x n_{normal}, dengan tujuan agar supaya roll dan porosnya tidak mendapat beban yang berat dan terjadi gesek yang tinggi. Untuk mengurangi terjadinya gesekan antara roll dan poros, berikan pelumasan sebelum katel digunakan.

- **Menetukan Diameter Benda Kerja**

  Untuk mendapatkan diameter kartel sesuai dengan ukuran yang diharapkan, sebelum dikartel diameter benda kerja terlebih dahulu dikurangi sebesar ±1/3÷1/2 kali kisar kartel atau D_{kartel} = D - (1/3 x Kisar $_{kartel}$). Hal ini dapat terjadi karena benda kerja akan mengembang pada saat dikartel. Dan jangan

Penerapan Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan (K3L) Pada Proses Pembubutan:

Terdapat beberapa kegiatan standar yang harus dilakukan dan tidak boleh dilakukan terkait penerapan K3L pada saat melakukan proses pembubutan, diantaranya:

- **Yang harus dilakukan**

  Kegiatan yang harus dilakukan terkait penerapan K3L pada saat proses pembubuatan diantaranya:

  - Menggunakan baju kerja dan sepatu kerja
  - Menggunakan kaca pengaman *(safety glasses)*
  - Menggunakan alat penarik, pada sat menarik tatal/beram yang melilit

- **Yang Tidak Boleh dilakukan**

  Kegiatan yang tidak boleh dilakukan pada saat proses pembubuatan diantaranya:

  - Menempatkan peralatan kerja yang tidak aman

- Meninggalkan kunci cekam pada mulut pengencang cekam mesin setelah melepas benda kerja
- Berkerumunan disekitar mesin bubut tanpa alat pelindung keselamatan kerja
- Membiarkan air pendingin dan tatal/beram berserakan di lantai
- Menggunakan sarung tangan pada saat melakukan pembubutan
- Membuang tatal/beram bersama-sama jenis sampah lainnya

4. Tugas

1. Jelaskan dengan singkat cara pembutan permukaan dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan.
2. Jelaskan dengan singkat cara pembutan lurus dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan.
3. Jelaskan dengan singkat cara pembutan tirus dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan.
4. Sebutkan macam-macam standar ketirusan dan jelaskan penggunaannya
5. Pembubutan tirus dengan diketahui: D= 50 mm, d= 44 mm, panjang ketirusan l = 58 mm. Berapa penggeseran eretannya?
6. Jelaskan dengan singkat cara pembutan alur dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan
7. Jelaskan dengan singkat cara pembutan bentuk dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan
8. Jelaskan dengan singkat cara pemotongan pada mesin bubut dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan
9. Jelaskan dengan singkat bagian-bagian ulir secara umum
10. Ada beberapa standar ulir, sebuatkan dan jelaskan dimensinya
11. Metoda pemotongan ulir ada tiga cara, sebutkan dan jelaskan cara pembuatannya
12. Jelaskan pengertian lambang ulir M 12x1,75.
13. Jelaskan pengertian lambang ulir W 15/8x16.

14. Bila dilihat dari bentuknya, jenis ulir ada beberapa macam. Sebutkan minimal empat buah.
15. Jelaskan dengan singkat cara pembubutan diameter dalam dan sebutkan jenis peralatan yang digunakan
16. Jelaskan dengan singkat cara mengkartel pada mesin bubut
17. Pada proses pembubutan harus menerapkan K3L. Jelaskan apa saja yang harus dilakukan dan tidak boleh dilkukan pada saat melakukan proses pembubutan
18. Sebutkan minimal empat buah standar ulir.
19. Metode pemotongan ulir ada tiga, sebutkan dan jelaskan!.
20. Bila diketahui jenis ulir M12x1,75. Berapa besar kedalaman penguliran pada saat pembuatan ulir luar/baut dan ulir dalam/mur?.

5. Tes Formatif

Pilihan Ganda:

Jawablah soal dibawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang dianggap paling benar dengan memberi tanda **(X).**

1. Perubahan geometri pahat bubut akibat lebih rendah pusat dengan sumbu senter pada saat pembubutan muka, permukaan hasil pembubutan akan menajdi...
   a. Cembung
   b. Cekung
   c. Menonjol
   d. Menyudut
2. Proses pembubutan permukaan yang memilki ukuran relatif panjang pada ujungnya harus ditahan dengan...
   a. Follow rest
   b. Steady rest
   c. Senter putar
   d. Cekam mesin

3. Yang termasuk fungsi pembuatan lubang senter bor adalah....
   a. Penagarah pahat bubut
   b. Pengarah benda kerja
   c. Penahan benda kerja
   d. Pengarah pengeboran
4. Salahsatu persyaratan sebelum melakukan pembuatan lubang senter adalah..
   a. Permukaan benda kerja rata
   b. Ketinggian benda kerja setinggi senter
   c. Putaran mesin serah jarum jam
   d. Putaran mesin berlawanan jarum jam
5. Pembubuatan lurus diantara dua senter, jika senter tetap dan senter kepala lepasnya tidak sepusat, akan berakibat....
   a. Pembubutan tirus hasilnya tirus
   b. Pembubutan tirus hasilnya lurus
   c. Pembubutan lurus hasilnya lurus
   d. Pembubutan lurus hasilnya tirus
6. Membubut tirus dengan memiringkan/menggeser eretan atas, rumus yang dapat digunakan adalah….
   a. $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{D - d}{2 + 1}$
   b. $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{D + d}{21}$
   c. $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{D - d}{21}$
   d. $\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{D.d}{21}$
7. Sebuah benda kerja akan dibubut tirus dengan menggeser eretan atas. Diketahui diameter terbesar (D): 58 mm, diameter terkecil (d): 50 mm dan panjang tirusnya (l): 60 mm. Maka pergeseran eretan atasnya adalah....
   a. α= 3° 38' 40,67”
   b. α= 3° 48' 50,67”

c. α= 7° 25' 30,72”

d. α= 7° 35' 40,72”

8. Membubut ulir luar M 12x0,75. Kedalaman ulirnya adalah…

   a. 2,45 mm

   b. 1,45 mm

   c. 0,45 mm

   d. 0,045 mm

9. Membubut ulir dalam M 14x2. Kedalaman ulirnya adalah…

   a. 2,08 mm

   b. 1,08 mm

   c. 2,88, mm

   d. 1,88 mm

10. Pada saat mengkartel, disarankan dalam menetapkan putaran mesin (n) tidak boleh sama dengan pembubutan normal. Sebagai pendekatan dapat menggunakan rumus.....

   a. n_{kartel}= ¼ x n_{normal}

   b. n_{kartel} = ½ x n_{normal}

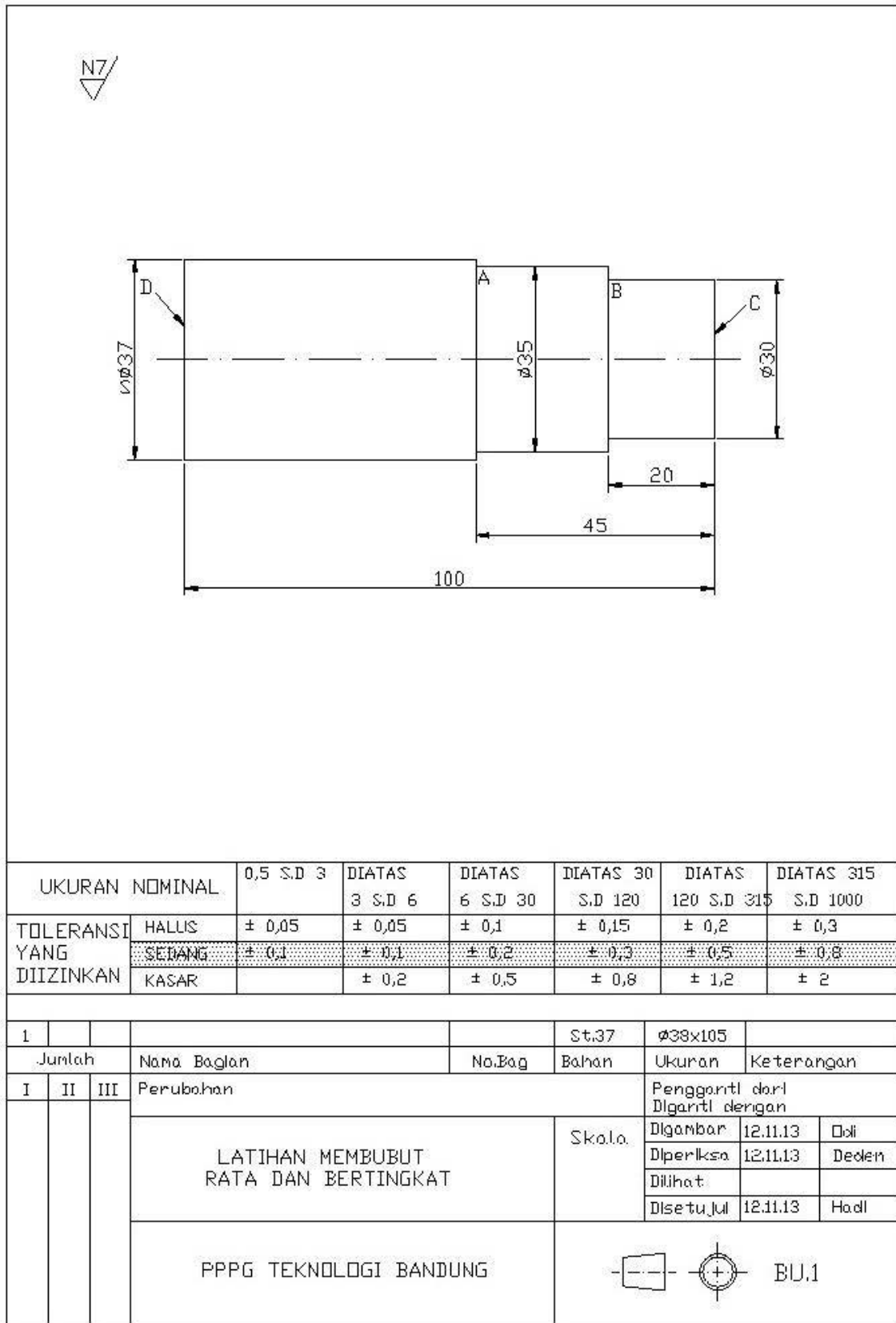
   c. n_{kartel}= ¾ x n_{normal}

   d. n_{kartel}= 11/4 x n_{normal}

Soal Praktek 1:

Latihan Membubut Rata dan Bertingkat

1. Peralatan:
   a. Mesin bubut dan perlengkapanya
   b. Pahat bubut rata
   c. Mistar sorong
   d. Kikir halus
2. Bahan:

   Baja lunak MS ∅ 1” x 196 mm
3. Keselamatan Kerja
   - Periksa alat-alat sebelum digunakan
   - Simpan peralatan pada tempat yang aman dan rapih selama dan sesudah digunakan
   - Gunakan alat-alat keselamatan kerja pada sat praktikum
   - Operasikan mesin sesuai SOP
   - Pelajari gambar kerja, sbelum melaksanakan praktikum
   - Laksanakan pengecekan ukuran secara berulang sebelum benda kerja dinilaikan

Gambar Kerja 1:

Lembar Penilaian Proses 1:

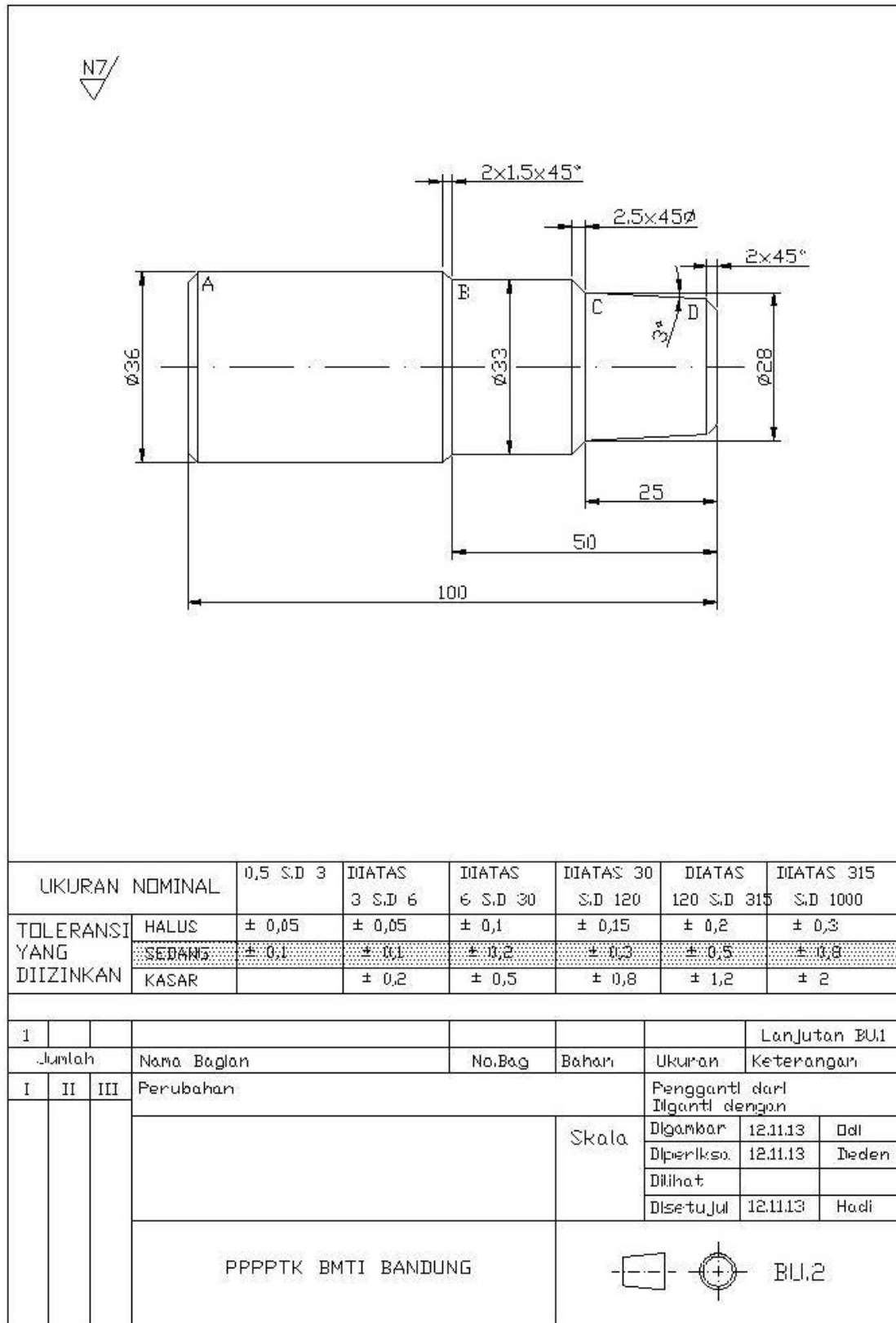
Tahapan	Uraian Kegiatan	Hasil Penilaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
Persiapan	Memahami SOP			
	Menyiapkan alat keselamatan kerja			
	Menyiapkan gambar kerja			
	Menyiapkan mesin dan kelengkapannya			
	Menyiapkan alat potong sesuai kebutuhan kerja			
	Mengkondisikan lingkungan kerja			
Proses	Menerapkan SOP			
	Menerpakan prinsip-prinsip K3			
	Membaca dan memahami gambr kerja			
	Menyimpan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menyimpan alat potong sesuai SOP			
	Menyimpan alat ukur sesuai SOP			
	Memasang dan menggunakan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menggunakan alat potong sesuai SOP			
	Menggunakan alat ukur sesuai SOP			
	Menggunakan putaran mesin sesuai SOP			
	Menggunakan feding mesin sesuai SOP			
	Mengopersikan mesin sesuai SOP			
Akhir Kegiatan	Membersihkan dan merawat alat ukur			
	Membersihkan mesin dan perlengkapannya			
	Membersikan merawat alat potong			
	Membersih lingkungan kerja dan sekitarya			
	Memberi pelumas pada bagian mesin sesuai SOP			

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

Soal Praktek 2 :

Latihan Membubut Tirus dan Champer

4. Peralatan:
   e. Mesin bubut dan perlengkapanya
   f. Pahat bubut rata dan champer
   g. Mistar sorong
   h. Kikir halus
5. Bahan:

   Baja lunak MS ∅ 1” x 196 mm
6. Keselamatan Kerja
   - Periksa alat-alat sebelum digunakan
   - Simpan peralatan pada tempat yang aman dan rapih selama dan sesudah digunakan
   - Gunakan alat-alat keselamatan kerja pada sat praktikum
   - Operasikan mesin sesuai SOP
   - Pelajari gambar kerja, sbelum melaksanakan praktikum
   - Laksanakan pengecekan ukuran secara berulang sebelum benda kerja dinilaikan

Gambar Kerja 2:

Penilaian Hasil Proses 2:

Tahapan	Uraian Kegiatan	Hasil Penilaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
Persiapan	Memahami SOP			
	Menyiapkan alat keselamatan kerja			
	Menyiapkan gambar kerja			
	Menyiapkan mesin dan kelengkapannya			
	Menyiapkan alat potong sesuai kebutuhan kerja			
	Mengkondisikan lingkungan kerja			
Proses	Menerapkan SOP			
	Menerpakan prinsip-prinsip K3			
	Membaca dan memahami gambr kerja			
	Menyimpan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menyimpan alat potong sesuai SOP			
	Menyimpan alat ukur sesuai SOP			
	Memasang dan menggunakan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menggunakan alat potong sesuai SOP			
	Menggunakan alat ukur sesuai SOP			
	Menggunakan putaran mesin sesuai SOP			
	Menggunakan feding mesin sesuai SOP			
	Mengopersikan mesin sesuai SOP			
Akhir Kegiatan	Membersihkan dan merawat alat ukur			
	Membersihkan mesin dan perlengkapannya			
	Membersikan merawat alat potong			
	Membersih lingkungan kerja dan sekitarya			
	Memberi pelumas pada bagian mesin sesuai SOP			

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

Penilaian Hasil Produk 2:

LEMBAR PENILAIAN		Kode :
		Mulai tgl :
MEMBUBUT RATA DAN BERTINGKAT	Waktu	Dicapai :
		Standard :

SUB KOMPONEN	Nilai		Keterangan
	Maks.	Yang dicapai	
UKURAN:			
Ø 36	12		
Ø 33	12		
Ø 28	12		
Panjang 50	12		
Panjang 25	12		
Champer 2,5x45^o	4		
Champer 2x45^o	4		
Champer 1,5x45^o (2 buah)	8		
Sudut 3^o	14		**Keterangan**
Sub total	90		
TAMPILAN:			
Kehalusan permukaan N7 (5 bidang)	5		
Kehalusan permukaan champer N7 (4 bidang)	4		
Penyelesaian/finising	1		
Sub total	10		
TOTAL	100	Nilai hasil persentase:	Nilai akhir:

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

Soal Praktek 3:

Latihan Mengebor dan Mengkartel

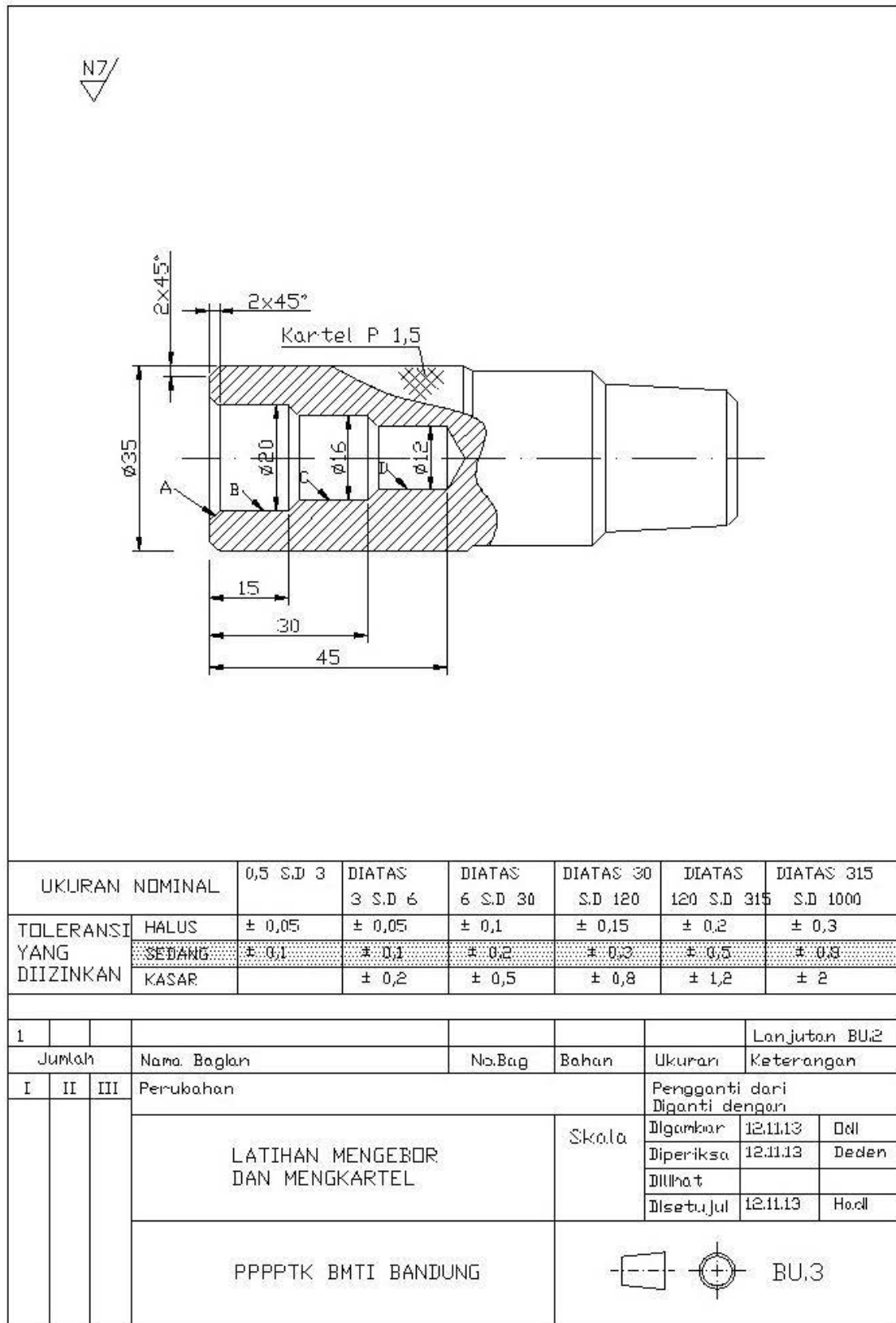
a. Peralatan:
   i. Mesin bubut dan perlengkapanya
   j. Senter bor
   k. Pahat bubut rata dan Champer
   l. Bor Ø 12, Ø 16 dan Ø 20
   m. Mistar sorong
   n. Cekam bor
   o. Kartel
   p. Kikir halus

b. Bahan:

   Baja lunak MS ∅ 1” x 196 mm

c. Keselamatan Kerja
   - Periksa alat-alat sebelum digunakan
   - Simpan peralatan pada tempat yang aman dan rapih selama dan sesudah digunakan
   - Gunakan alat-alat keselamatan kerja pada sat praktikum
   - Operasikan mesin sesuai SOP
   - Pelajari gambar kerja, sbelum melaksanakan praktikum
   - Laksanakan pengecekan ukuran secara berulang sebelum benda kerja dinilaikan

Gamabar Kerja 3:

UKURAN NOMINAL		0,5 S.D 3	DIATAS 3 S.D 6	DIATAS 6 S.D 30	DIATAS 30 S.D 120	DIATAS 120 S.D 315	DIATAS 315 S.D 1000
TOLERANSI YANG DIIZINKAN	HALUS	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3
	SEDANG	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
	KASAR		± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2

Penilaian Hasil Proses 3:

Tahapan	Uraian Kegiatan	Hasil Penilaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
Persiapan	Memahami SOP			
	Menyiapkan alat keselamatan kerja			
	Menyiapkan gambar kerja			
	Menyiapkan mesin dan kelengkapannya			
	Menyiapkan alat potong sesuai kebutuhan kerja			
	Mengkondisikan lingkungan kerja			
Proses	Menerapkan SOP			
	Menerpakan prinsip-prinsip K3			
	Membaca dan memahami gambr kerja			
	Menyimpan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menyimpan alat potong sesuai SOP			
	Menyimpan alat ukur sesuai SOP			
	Memasang dan menggunakan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menggunakan alat potong sesuai SOP			
	Menggunakan alat ukur sesuai SOP			
	Menggunakan putaran mesin sesuai SOP			
	Menggunakan feding mesin sesuai SOP			
	Mengopersikan mesin sesuai SOP			
Akhir Kegiatan	Membersihkan dan merawat alat ukur			
	Membersihkan mesin dan perlengkapannya			
	Membersikan merawat alat potong			
	Membersih lingkungan kerja dan sekitarya			
	Memberi pelumas pada bagian mesin sesuai SOP			

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

Penilaian Hasil Produk 3:

LEMBAR PENILAIAN MEMBUBUT RATA DAN BERTINGKAT	Kode :	
	Mulai tgl :	
	Waktu	Dicapai :
		Standard :

SUB KOMPONEN	Nilai		
	Maks	Yang dicapai	
UKURAN:			
Ø Kartel 35	12		
Champer 2x45º (2 bidang luar)	8		
Champer 2x45º (1 bidang dalam)	4		
Ø Bor 20	4		
Ø Bor 16	4		
Ø Bor 12	4		
Panjang 45	13		**Keterangan**
Panjang 30	13		
Panjang 15	13		
Kartel P 1,5	15		
Sub total	90		
TAMPILAN:			
Kehalusan permukaan bor N7 (3bidang)	6		
Profil kartel	2		
Penyelesaian/finising	2		
Sub total	10		
TOTAL	100	Nilai hasil persentase:	Nilai akhir:

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

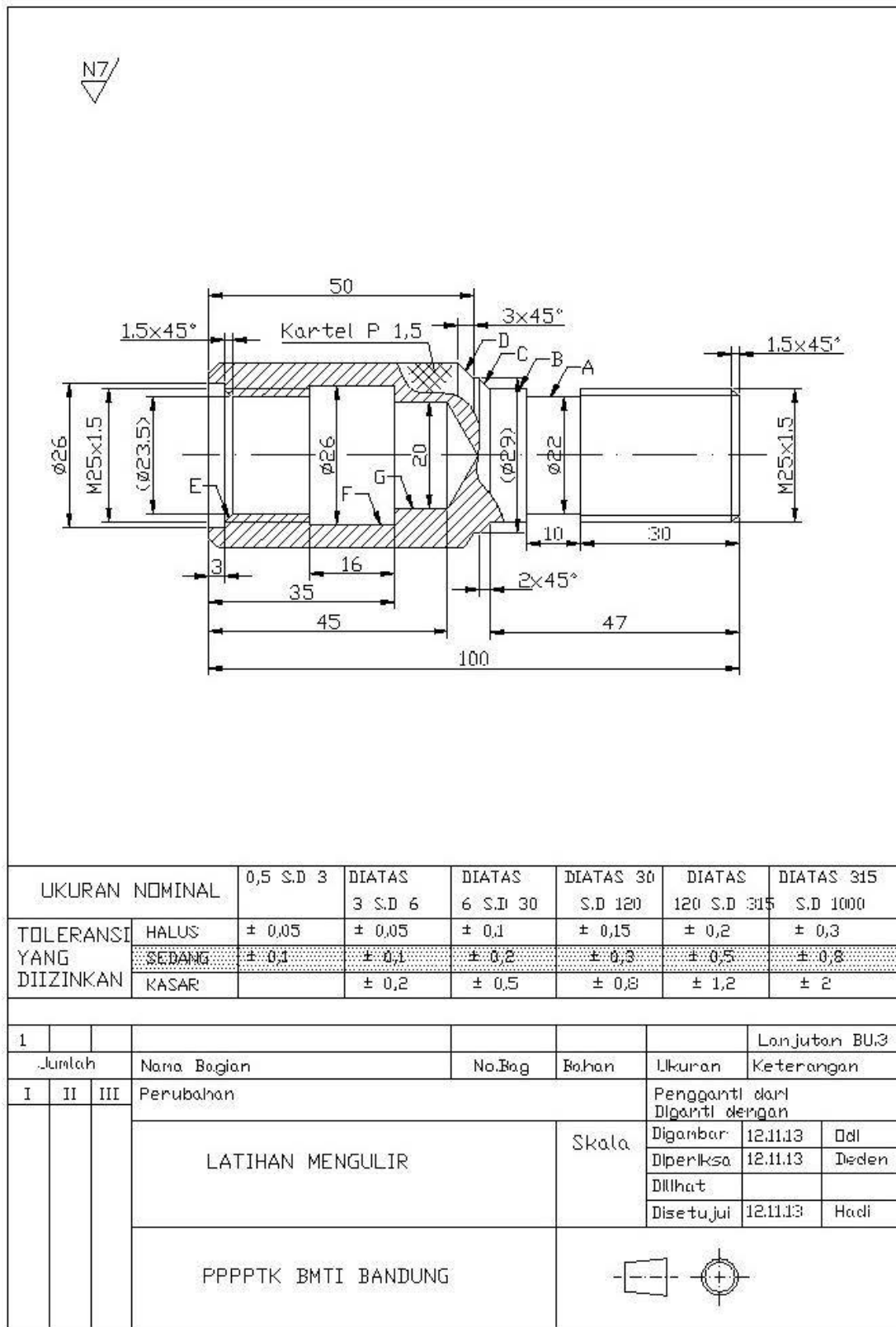
Soal Praktek 4:

Latihan Membubut Ulir dan Membubut Dalam

1. Peralatan:
   q. Mesin bubut dan perlengkapanya
   r. Pahat bubut rata, alur, champer dan ulir
   s. Bor diamter 20
   t. Mistar sorong
   u. Bor diameter 14
2. Bahan:

   Baja lunak MS ∅ 1” x 196 mm
3. Keselamatan Kerja
   - Periksa alat-alat sebelum digunakan
   - Simpan peralatan pada tempat yang aman dan rapih selama dan sesudah digunakan
   - Gunakan alat-alat keselamatan kerja pada sat praktikum
   - Operasikan mesin sesuai SOP
   - Pelajari gambar kerja, sbelum melaksanakan praktikum
   - Laksanakan pengecekan ukuran secara berulang sebelum benda kerja dinilaikan

Gambar Kerja 4:

UKURAN NOMINAL		0,5 S.D 3	DIATAS 3 S.D 6	DIATAS 6 S.D 30	DIATAS 30 S.D 120	DIATAS 120 S.D 315	DIATAS 315 S.D 1000
TOLERANSI YANG DIIZINKAN	HALUS	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3
	SEDANG	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8
	KASAR		± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2

Lembar Penilaian Proses 4:

Tahapan	Uraian Kegiatan	Hasil Penilaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
Persiapan	Memahami SOP			
	Menyiapkan alat keselamatan kerja			
	Menyiapkan gambar kerja			
	Menyiapkan mesin dan kelengkapannya			
	Menyiapkan alat potong sesuai kebutuhan kerja			
	Mengkondisikan lingkungan kerja			
Proses	Menerapkan SOP			
	Menerpakan prinsip-prinsip K3			
	Membaca dan memahami gambr kerja			
	Menyimpan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menyimpan alat potong sesuai SOP			
	Menyimpan alat ukur sesuai SOP			
	Memasang dan menggunakan perlengkapan mesin sesuai SOP			
	Menggunakan alat potong sesuai SOP			
	Menggunakan alat ukur sesuai SOP			
	Menggunakan putaran mesin sesuai SOP			
	Menggunakan feding mesin sesuai SOP			
	Mengopersikan mesin sesuai SOP			
Akhir Kegiatan	Membersihkan dan merawat alat ukur			
	Membersihkan mesin dan perlengkapannya			
	Membersikan merawat alat potong			
	Membersih lingkungan kerja dan sekitarya			
	Memberi pelumas pada bagian mesin sesuai SOP			

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

Lembar Penilaian Produk 5:

LEMBAR PENILAIAN			
MEMBUBUT RATA DAN BERTINGKAT	Kode :		
	Mulai tgl :		
	Waktu	Dicapai :	
		Standard :	

SUB KOMPONEN	Maks	Yang dicapai	Keterangan
UKURAN:			
Ø 20	4		
Ø 26	14		
Ø 23,5	12		
Ø 26	10		
Panjang 45	12		
Panjang 35	12		
Panjang 16	14		
Panjang 3	8		
Champer 1,5x45º	4		
Sub total	90		
TAMPILAN:			
Kehalusan permukaan bor N7 (4 bidang)	8		
Penyelesaian/finising	2		
Sub total	10		
TOTAL	100	Nilai hasil persentase:	Nilai akhir:

SISWA:	GURU PEMBIMBING:
Nama :	Nama :
Tanda Tangan :	Tanda Tangan :

LAMPIRAN 1.

TABEL ULIR METRIS

Ulir Metris	Diameter Nominal (mm)	Diameter Dasar Ulir (mm)	Kisar (mm)
M3	3	2,29	0,5
M4	4	3,14	0,7
M5	5	4,02	0,8
M6	6	4,77	1
M8	8	6,47	1,25
M10	10	8,16	1,5
M12	12	9,85	1,75
M16	16	13,55	2
M20	20	16,93	2,5
M**24**	24	20,32	3
M30	30	25,71	3,5
M36	36	31,09	4
M42	42	36,48	4,5
M48	48	41,87	5
M56	56	49,52	5,5
M60	60	65,31	6
M64	64	56,61	6
M68	68	59,61	6

(Drs. Daryanto “Bagian-bagian Mesin” Halaman 19)

TABEL KECEPATAN PEMAKANAN UNTUK PROSES BOR

Kecepatan Pemakanan (mm/putaran)	Diameter Mata Bor (mm)
0,02 ÷ 0,05	< 3
0,05 ÷ 0,1	3 ÷ 6
0,1 ÷ 0,2	6 ÷ 12
0,2 ÷ 0,4	12 ÷ 25

(Education Departemen Of Victoria, 1979, 132)

LAMPIRAN 2.

TABEL KECEPATAN PEMAKANANPAHAT BUBUT HSS.

PEMAKANAN YANG DISARANKAN UNTUK PAHAT BUBUT HSS				
Material	**Pekerjaan Kasar**		**Pekerjaan Finising**	
	Milimeter/ putaran	**Inch/ putaran**	**Milimeter/ putaran**	**Inch/ putaran**
Baja lunak	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

(Sumbodo Dkk, "Teknik Produksi Mesin Industri". Halaman 293)

TABLE RELATIONSHIP SPEED TO FEED

DEPTH OF CUT mm	*FEED*	*CUTTING SPEED* m/min
0,8	0,2	85
	0,4	65
1,5	0,2	67
	0,4	53
	0,8	36
3,2	0,2	54
	0,4	42
	0,8	30
	1,6	21
4,8	0,2	48
	0,4	36
	0,8	27
	1,6	18
6,5	0,2	45
	0,4	33
	0,8	24
	1,6	15

(*Education Department Of Victoria*, 1979, halaman 133)

DAFTAR PUSTAKA

Widarto, (2088), Teknik Pemesinan Juilid 1, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Wirawan Sumbodo dkk, (2008).*Teknik Produksi Mesin Industri jilid II.* Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktirat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.

Rizal Sani, 20006. *Dasar Fabrikasi Logam.* PPPG Teknologi Bandung.

BM. Surbakty, Kasman Barus (1983). *Membubut*

C.Van Terheijden, Harun (1985). *Alat-alat Perkakas 2.*

Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam,* Bandung : Tarsito

Jhon Gain,(1996). *Engenering Whorkshop Practice.* An International Thomson Publishing Company. National Library of Australia

................(1975). *Machining in a chuck or with a faceplate 3-5,* Canberra : Department of Labour and Immigration.

…………..(1975). *Turning Between Centres, 3-3,* Canberra : Department of Labour and Immigration.

…………..(1975). *Thread Cutting 3-6,* Canberra : Department of Labour and Immigration.

Abdul Rachman (1984). *Penambatan Frais,* Jakarta : Bratasa Karya Aksara.

C.Van Terheijden, Harun . *Alat-alat Perkakas 3.*

Daryanto (1987). *Mesin Pengerjaan Logam,* Bandung : Tarsito.

Fitting and Machining Volume 2 : Education Department Victoria.